Utgivningsår 2006

Energitillförsel och energihushållning i samverkan

Syntes av energianalyser inom programmet
Uthållig kommun

ER 2006:15

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: 300 ex

ER 2006:15

ISSN 1403-1892

UTHÅLLIG.KOMMUN.03:07

Energitillförsel och energihushållning i samverkan

Syntes av energianalyser inom programmet Uthållig kommun

Dag Henning

Jenny Palm

Förord

Energimyndighetens program Uthållig kommun syftar till att med energin som språngbräda hitta lokala vägar till ett uthålligt samhälle. Programmet är ett samarbete mellan Energimyndigheten och de fem kommunerna Örnsköldsvik, Solna, Vingåker, Ulricehamn och Borås, där en viktig roll för myndigheten är att ge och förmedla kunskap.

En god kunskap om hur energianvändningen ser ut är en förutsättning för att aktivt kunna förändra energisystemet i en uthållig riktning. Det har varit utgångspunkten när Energimyndigheten har låtit Tema teknik och social förändring samt Institutionen för Konstruktion och Produktion (IKP), Energisystem vid Linköpings universitet, göra energisystemanalyser i samtliga fem kommuner[1].

Syftet med den här rapporten är att i en syntes av materialet i de tidigare fem rapporterna sammanställa resultat som kan vara till nytta för kommuner, energibolag, industrier, fastighetsägare m fl runt om i landet. Avsikten är att ge kunskaper som underlättar genomförandet av verkningsfulla förändringar av energitillförsel och energianvändning mot ökad uthållighet.

Rapporten innehåller följande tre huvudmoment:

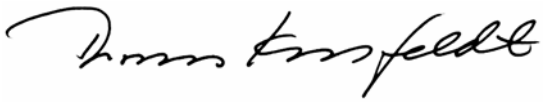
- Analys av möjligheter att uppnå en mer uthållig energitillförsel: Hur kan de olika kommunerna utveckla sina energisystem mot en ökad uthållighet? Studierna behandlar i första hand fjärrvärmeproduktionen men också enskild uppvärmning.
- Analys av möjligheter att minska energianvändningen: Hur kan olika aktörer i kommunerna effektivisera sin el- och energianvändning? Studierna rör främst industrier men även fastigheter.
- Analys av organisatoriska förutsättningar samt samverkansmöjligheter mellan aktörer på den lokala arenan: Hur kan kommunen genom samarbete med lokala aktörer stimulera utvecklingen av energi- och miljöarbetet i kommunen?

Forskarna vid institutionen för samhällsbyggnad vid Luleå tekniska universitet svarar själva för de analyser och slutsatser som redovisas i rapporten.

En programgrupp på Energimyndigheten ansvarar för arbetet med Uthållig kommun. Gruppen består av Eva Andersson, Tore Carlsson, Catrine Granö, Daniel Lundqvist och Madeleine Nettebladt.

[1] Se vidare rapporterna; Energianalys Örnsköldsvik ER 15:2004, Energianalys Solna ER 16:2004, Energianalys Ulricehamn ER 17:2004, Energianalys Borås ER 2005:28, Energianalys Vingåker ER 2006:07.

Välkommen att läsa mer om Uthållig kommun på Energimyndighetens och respektive kommuns hemsida.



Thomas Korsfeldt
Generaldirektör



Tore Carlsson
projektledare

Förord: Kommunala insatser för uthållighet – ett flervetenskapligt forskningsprojekt

Denna studie har skrivits inom ramen för Energimyndighetens program ”Uthållig kommun” som pågår 2003 – 2007. Utgångspunkten är att kommunerna är nyckelaktörer i arbetet med att ställa om det svenska energisystemet till ekonomiskt och ekologiskt långsiktig uthållighet. Programmet syftar till att hjälpa kommunerna att utforma åtgärder som främjar det lokala energi- och miljöarbetet på bred front. Energimyndigheten betonar att ett nyckelord är samverkan – mellan förvaltningar samt mellan offentlig och privat verksamhet. Programmet är en del av myndighetens uppdrag att implementera 1997 års energipolitiska beslut där det betonas att energipolitiken ska underlätta omställningen till ett ekologiskt hållbart samhälle.

Fem kommuner ingår i programmet: Borås, Solna, Ulricehamn, Vingåker och Örnsköldsvik. Dessa kommuner har skilda egenskaper och representerar olika typer av kommuner vad gäller invånarantal, geografiskt läge och karaktär. En viktig grund för valet av dessa kommuner var även att det förekommer samverkan mellan kommun och näringsliv och att kommunerna tar ansvar för att driva projekt inom ramen för programmet Uthållig kommun.

Under 2003 - 2005 genomfördes tekniska och samhällsvetenskapliga analyser av energisystem i de fem deltagande kommunerna. Studierna gjordes av forskare från Linköpings universitet inom ramen för den nationella forskarskolan Program Energisystem. Utgångspunkten för dessa analyser är att energisystem bör betraktas som *sociotekniska system*. Med detta menas att all teknik är sammanvävd med sociala, politiska och institutionella faktorer som samspelar och som bidrar till att forma teknikens utveckling.

Bakgrunden till forskarnas insatser i programmet Uthållig kommun är att enbart tekniska analyser normalt inte räcker för att få till stånd lokala processer som leder till planering och genomförande av framtidens energi- och miljöarbete i kommunerna. Erfarenhet visar att många goda idéer om ”hur man borde göra” förblir skrivbordsprodukter. Kunskapen finns men inget görs. Forskarnas arbete i programmet Uthållig kommun omfattar därför två typer av studier:

- Tekniska analyser *av energitillförsel och energianvändning i kommunerna ur ett systemperspektiv (t.ex. teknisk-ekonomiska optimeringar, scenarier för energitillförsel, analys av stöd- och produktionsprocesser i industrin samt tekniska möjligheter till energieffektivisering i byggnader)*
- Lokala samhällsanalyser *av förutsättningar och resurser i kommunerna, vilka inverkar på de organisatoriska möjligheterna att förverkliga olika tekniska åtgärder. Sådana förutsättningar och resurser är t.ex. kompetens och intressen hos berörda aktörer, befintliga samverkansformer samt kommunernas energistrategier och handlingsutrymme.*

En gemensam grundidé i dessa analyser är att varje kommun är en geografisk arena som omfattar en mängd olika aktörer och organisationer med olika tekniska system samt olika mål och intressen. Den kommunala förvaltningen är alltså en organisation bland andra såsom industrier och andra företag, fastighetsägare, offentliga organisationer och energileverantörer. En grundläggande fråga är hur kommunens roll kan utvecklas för att bättre stödja andra aktörer på den lokala arenan så att deras energi- och miljöarbete inriktas mot ökad långsiktig uthållighet.

Denna studie är en syntes av de tidigare genomförda analyserna av energisystem i Borås, Solna, Ulricehamn, Vingåker och Örnsköldsvik. Rapporten lägger tyngdpunkten på slutsatser som kan vara till nytta för kommuner, energibolag, industrier, fastighetsägare m.fl. runt om i landet. Avsikten är att ge kunskaper som underlättar genomförandet av verkningsfulla förändringar av energitillförsel och energianvändning mot ökad uthållighet.

Varje kommunrapport består av tre delstudier. Inriktningen av dessa delstudier beror på kommunernas aktuella energiförhållanden och framtidsplaner. Delstudierna har följande allmänna inriktningar:

- Analys av möjligheter att uppnå en mer uthållig energitillförsel: Hur kan de olika kommunerna utveckla sina energisystem mot en ökad uthållighet? Studierna behandlar i första hand fjärrvärmeproduktionen men också enskild uppvärmning.
- Analys av möjligheter att minska energianvändningen: Hur kan olika aktörer i kommunerna effektivisera sin el- och energianvändning? Studierna rör främst industrier men även fastigheter.
- Analys av organisatoriska förutsättningar samt samverkansmöjligheter mellan aktörer på den lokala arenan: Hur kan kommunen genom samarbete med lokala aktörer stimulera utvecklingen av energi- och miljöarbetet i kommunen?

De forskare som har medverkat i projektet är verksamma vid två institutioner på Linköpings universitet och tekniska högskola:

- Tema teknik och social förändring (Tema T)
- Avdelningen för Energisystem vid Institutionen för konstruktions- och produktionsteknik (IKP)

Delstudierna för de fem kommunerna har genomförts av Henrik Bohlin, Wiktoria Glad, Robert Hrelja och Jenny Palm (Tema T) samt Alemayehu Gebremedhin, Stig-Inge Gustafsson, Dag Henning och Louise Trygg (IKP Energisystem). Dessa personer har även bidragit till denna syntesrapport. Dag Henning har utfört syntesarbetet som konsult i firman Optensys Energianalys.

Vi vill rikta ett varmt tack till alla tjänstemän, politiker och företagsrepresentanter som under arbetets gång har ställt upp med sin tid i form av intervjuer, besök och hjälp med insamling av material. Vi vill också tacka Frank Haglund, Peter Karlsson, Sven-Olof Söderberg och Göran Nilsson för värdefull hjälp med analyser av industriernas energianvändning. Ett stort tack till Björn G Karlsson för inspirerande föredrag och diskussioner. Vi tackar även Maria Danestig och Björn Rolfsman för vissa tekniska beräkningar.

Slutligen ett stort tack till Energimyndigheten som initierat, finansierat och aktivt driver programmet Uthållig kommun.

Linköping den 15 februari 2006

Jane Summerton
Tema teknik och social förändring
Program Energisystem
Linköpings universitet

Mats Söderström
IKP Energisystem
Program Energisystem
Linköpings universitet

Sammanfattning

I denna rapport görs en syntes av energianalyser som under åren 2003 till 2005 har genomförts i de fem kommunerna som ingår i Energimyndighetens program Uthållig kommun: Borås, Solna, Ulricehamn, Vingåker och Örnsköldsvik. Studierna består av tekniska analyser av energitillförsel och energihushållning samt samhällsanalyser av förutsättningar och resurser att utveckla mer hållbara energisystem.

I samhällsanalyserna har fokus legat på de ingående kommunernas arbete med att genom samverkan med privata och offentliga aktörer utveckla uthålliga energilösningar. Kommunerna har påbörjat flera projekt centrerade kring olika miljö- och energifrågor. I kommunerna har även olika nätverk och mötesarenor byggts upp och ”Goda exempel” på företag och organisationer som satsat på t.ex. energieffektiva lösningar har tagits fram för spridning till andra aktörer. Detta arbete kräver en aktör som initierar och driver samverkansprocessen, en roll som kommunerna i dessa fall tagit på sig. Detta är ett betydelsefullt långsiktigt arbete som inte minst kräver tålamod och kontinuitet eftersom projekten ofta berör livsstilsfrågor och våra attityder kring samhälleliga resurser. Inom Uthållig kommunprogrammet har en bred politisk förankring i kommunerna varit ett sätt att skapa långsiktighet i verksamheten. Det krävs samtidigt att kommunerna hittar metoder och strategier för hur de drivande personerna som arbetat inom Uthållig kommunprogrammet kan sprida och överlämna verksamheten till andra i den kommunala organisationen. Ytterligare en utmaning för kommunerna är att hitta strategier för hur nätverken kan utvidgas och informationen spridas till flera.

Samtidigt som det är betydelsefullt att utveckla nätverk och samverkan, är det även viktigt att kommunerna utvecklar andra styrmedel som de har till förfogande. En möjlighet för kommunerna är att i sitt planarbete aktivt arbeta med frågor kring var t.ex. utbyggnad av fjärrvärme kan ske, för att på det sättet ge bl.a. industrin möjligheter att ansluta sig till fjärrvärmenätet.

En betydelsefull resurs är även de kommunalägda energibolagen som behöver integreras i den kommunala verksamheten och användas i arbetet med att utveckla uthålliga energisystem. Det kan handla om att styra inköpen i ett elhandelsbolag så att enbart förnyelsebar el köps in, att tillsammans med bolagen utveckla politiska strategier för hur fjärrvärmen ska expandera eller att styra energibolaget att, tillsammans med t.ex. ett kommunalägt bostadsbolag, utveckla lösningar som effektiviserar energianvändningen i fastigheter.

I kommuner som valt att upphandla fjärrvärme av en privat entreprenör finns en risk för att bolaget försätts i konkurs såsom inträffat i bland annat Vingåker. Att i kommuner utarbeta strategier för hur en entreprenörs eventuella konkurs ska hanteras är betydelsefullt för många områden i kommunen där samhällstrenden är avreglering och ökande privatisering. Kommuner bör även diskutera behovet av att involvera och ta hänsyn till övriga lokala aktörers intressen i upphandling och uppbyggnad av fjärrvärmesystem, eftersom de val som görs i upphandling och

etablering av ett fjärrvärmesystem i hög utsträckning berör andra aktörer under lång tid.

Det kan konstateras att genom att kombinera samverkan och nätverksbyggande mellan olika aktörer med andra verktyg som kommunen har, bl.a. att planlägga för fjärrvärmeexpansion i den fysiska planeringen, har kommunerna stora möjligheter att påverka och styra energisystemen mot en långsiktigt hållbar utveckling.

En utgångspunkt för det kommunala arbetet med att utveckla hållbara system är samtidigt att det hela tiden pågår ett samspel mellan eltillförsel och elanvändning i Sverige och omvärlden. Minskad elförbrukning och ökad elproduktion i Sverige minskar normalt driften och koldioxidutsläppen vid koleldade kondenskraftverk på kontinenten eftersom de oftast är de dyraste kraftverken som är i drift i norra Europa. Lägre elanvändning i svensk industri och ökad elproduktion i kraftvärmeverk i svenska fjärrvärmesystem kan vara kostnadseffektiva bidrag till en sänkning av koldioxidutsläppen.

Fjärrvärmesystem med kraftvärmeverk innebär ofta en nettosänkning av koldioxidutsläppen. Ibland kan det råda ”konkurrens” om att täcka fjärrvärmebehov mellan ”baslastanläggningarna” avfallsförbränning, industriell spillvärme och kraftvärme. Avfall har normalt lägst bränslepris och används i första hand. Avfallsförbränning som bara ger värme minskar möjligheterna till kraftvärmeproduktion och därmed mängden el som kan ersättas från kolkondenskraftverk och bidraget till minskade koldioxidutsläpp.

Kraftvärmeverk kräver lång drifttid för att löna sig. Ångbehovet i en industri med kontinuerlig drift är ett bra underlag för kraftvärmeproduktion. Samarbete mellan fjärrvärmebolag och industriföretag, där en anläggning levererar både fjärrvärme och industriånga, kan öka kraftvärmeproduktionen.

Kraftvärmeproduktion blir mer lönsam med de högre elpriser som integrationen av Europas elmarknader torde medföra. Fjärrvärmesystemen blir då en mer värdefull resurs som bör utnyttjas. Fjärrvärmeproduktion med stora eldrivna värmepumpar kan på sikt ersättas av kraftvärmeproduktion.

Elvärme och värmepumpar ökar driften och koldioxidutsläppen i kolkondenskraftverk. Styrmedel och priser (t.ex. säsongsberoende fjärrvärmetaxa) bör göra det fördelaktigt för en energianvändare att välja energilösningar som är gynnsamma ur ett vidare perspektiv. Värmetätheten för ett område beror av bebyggelse och industri och visar var fjärrvärmenät är lämpliga. Ett fjärrvärmeföretag kan sälja värme från t.ex. pelletspannor för att säkra framtida fjärrvärmekunder i t.ex. villaområden.

Fjärrvärme kan ersätta el eller bränsle för värmeproduktion även i industrier. Värmebehovet i industrier är mer jämnt spritt över året eftersom tillverknings-

processer inte varierar med utetemperaturen. Den levererade energimängden ökar mer än toppeffekten och baslastanläggningar kan utnyttjas mera.

Energibehov kan minskas genom energihushållning. Effektivisering minskar energibehovet och byte av energibärare innebär konvertering t.ex. från el till bränsle eller fjärrvärme. I ett fjärrvärmeanslutet hus med dåligt isolerade väggar och vind kan extra isolering sänka kostnaderna både för husägaren och fjärrvärmeleverantören eftersom det minskar värmebehovet mest under riktigt kalla dagar då dyr fjärrvärme från oljepannor behövs. Tilläggisolering påverkar däremot inte driften av baslastanläggningar i så hög utsträckning.

Den europeiska elmarknadens höga elpriser höjer de svenska elpriserna. För att behålla konkurrenskraften behöver svensk industri minska elanvändningen per producerad enhet. Industrier är större enheter där varje enskild åtgärd får större effekt än i ett hushåll. Mycket el används till belysning, ventilation, tryckluft och till att producera värme. Elanvändningen är ofta hög fast ingen tillverkning sker p.g.a. att t.ex. kompressorer är i drift.

I 42 studerade mindre och medelstora industrier kan **el**användningen halveras och **energi**användningen minskas med 15%. De största möjligheterna att minska elanvändningen med relativt enkla åtgärder finns för varmvatten, uppvärmning, belysning, tryckluft, ventilation och värmningsprocesser. Elanvändningen kan minskas genom närvarostyrning och effektivare armaturer för belysning, byte från tryckluftsdrivna handverktyg till direkt eldrivna samt reducering av onödig elförbrukning då ingen tillverkning sker genom t.ex. tidsstyrning av ventilation. Användning av el och fossila bränslen för bl.a. uppvärmning och torkning kan minska genom att utnyttja överskottsvärme eller konvertering till biobränsle eller fjärrvärme. Fjärrvärme som produceras och levereras till låg kostnad kan alstra absorptionskyla som ersätter eldrivna kylmaskiner.

Åtgärderna skulle minska industriernas sammanlagda energikostnad med drygt 20 miljoner kr per år vid ett elpris på 45 öre/kWh och spänner från dem som är nästan gratis till dem som kräver stora investeringar. Åtgärderna i de 42 företagen kan bidra till att minska koldioxidutsläppen i Europa med 56 000 ton per år genom att reducera behovet av el från koleldade kondenskraftverk.

Sammanfattningsvis kan konstateras att möten och nätverk mellan kommunala förvaltningar, energibolag, industrier och fastighetsägare hjälper aktörerna att uppmärksamma energifrågorna och att utbyta erfarenheter kring energitillförsel och energihushållning, exempelvis att minskad elanvändning och ökad kraft-värmeproduktion kan sänka kostnader och koldioxidutsläpp.

Innehåll

1 Inledning 15
- 1.1 Syfte ... 17
- 1.2 Disposition ... 17
- 1.3 Systemsyn ... 18
- 1.4 Energitillförsel ... 19
- 1.5 Energianvändning och energihushållning ... 20
- 1.6 Styrmedel ... 20
- 1.7 El och koldioxid i internationellt samspel ... 21
- 1.8 Studerade orter ... 23

2 Utveckla uthålliga energisystem i en kommun genom samverkan 27
- 2.1 Lärdomar och slutsatser från verksamheterna i de fem Uthålliga kommunerna ... 28
- 2.2 Strategier kring nätverk och mötesarenor ... 29
- 2.3 Strategier kring goda exempel ... 33
- 2.4 Strategier för att utveckla långsiktighet i verksamheten ... 34
- 2.5 Lärdomar av närvärmebolag i konkurs ... 35
- 2.6 Förslag på hur energirådgivningen kan vidareutvecklas i kommuner ... 36
- 2.7 Förslag på hur planarbetet kan vidareutvecklas i kommuner ... 37
- 2.8 Förslag på hur de kommunalägda energibolagen kan integreras i kommunens verksamhet ... 38
- 2.9 Avslutande diskussion ... 40

3 Värmeförsörjning 42
- 3.1 Värmebehov ... 42
- 3.2 Värmetillförsel ... 44
- 3.3 Värmehushållning ... 48
- 3.4 Fjärrvärme ... 51
- 3.5 MODEST: en optimeringsmodell för energisystem ... 60
- 3.6 Analyser av fjärrvärmeförsörjningen i kommunerna ... 61
- 3.7 Avslutning ... 71

4 Energihushållning i industrier 73
- 4.1 Genomförande av studierna ... 74
- 4.2 Studerade industrier ... 76
- 4.3 Resultat ... 77
- 4.4 Elanvändningens tidsvariationer i Ulricehamn ... 83
- 4.5 Avslutning ... 84

5 Slutsatser 86
5.1 Att styra mot uthållighet 86
5.2 Samspel mellan energisystem 87
5.3 Värmeförsörjning 88
5.4 Fjärrvärme 88
5.5 Värmehushållning 91
5.6 Energihushållning i industrier 92
5.7 Förslag och idéer för energi- och miljöarbete i kommuner 94
5.8 Fortsatt arbete 95

6 Källor 96

7 Bilagor 101
7.1 Elanvändning och elhushållning i analyserade industrier 101
7.2 Tidsindelning i MODEST-modellen 106

1 Inledning

Energimyndighetens program Uthållig kommun syftar till att främja ekologisk, ekonomisk och social uthållighet. Den ekologiska hållbarheten innebär bl.a. att människans verksamhet har liten miljöpåverkan och innebär en begränsad förbrukning av ändliga resurser. Varje persons energianvändning kan bara ta en rimlig andel av jordens resurser i anspråk. Ekonomisk uthållighet innefattar en hushållning med olika former av resurser. Social uthållighet innefattar bl.a. ett reellt demokratiskt inflytande för människor.

Kommunernas engagemang på energiområdet har varit brett vilket visas bl.a. genom att många kommuner äger energibolag som ofta producerar både fjärrvärme och el och dessutom äger de lokala distributionsnäten. Kommunerna erbjuder dessutom energirådgivning och är enligt lagen om kommunal energiplanering från 1977 skyldiga att utforma energiplaner. Kommunerna ses även som ”motorer” i omställningen till ett ekologiskt uthålligt samhälle.[2] I samband med den internationella överenskommelsen om Agenda 21 som Sverige undertecknade i Rio de Janeiro 1992, blev det också en kommunal uppgift att ta fram lokala Agenda 21-planer. Kommunerna byggde ofta upp en självständig organisatorisk verksamhet, ett Agenda 21-kontor, där bl.a. mål och visioner för det kommunala energisystemet utformades.[3]

Arbetet med de kommunala Agenda 21-planerna involverade flera aktörer. Agenda 21-planernas mål och visioner arbetades ofta fram i nätverk av offentliga, privata och ideella aktörer.[4] På liknande sätt vill nu Statens Energimyndighet att kommunerna ska arbeta inom Uthållig kommunprogrammet. Energimyndigheten har i uppdrag att verka för att andelen förnybar energi skall öka i hela landet och att energianvändningen skall effektiviseras i alla samhällssektorer. Syftet med Uthållig kommunprogrammet är att stimulera de lokala energiåtgärderna på bred front och även föra in den näringslivsmässiga dimensionen i det lokala offentliga energiarbetet.[5] Energimyndigheten har inom Uthållig kommunprogrammet betonat vikten av att ha en politisk förankring av programmet. Varje kommun har en avsiktsförklaring som undertecknats av kommunstyrelsens ordförande och Energimyndighetens generaldirektör. I avsiktsförklaringen har bl.a. mål och visioner för programmet formulerats. Tanken från Energimyndighetens sida är att

---

[2] Delegationen för ekologisk hållbar utveckling, *Lokala investeringsprogram. Kommunerna som motor i den ekologiska omställningen av samhället,* förslag 970618; proposition. 1993/94:111, *Med sikte mot hållbar utveckling.*

[3] *Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development/ Rio declaration on Environment and Development,* United Nations Department of Public Information, 1993; Proposition 1993/94:111*;* Palm, J (2004), *Makten över energin - policyprocesser i två kommuner 1977-2001,* Linköping Studies in Arts and Science no 289, Linköpings universitet, Linköping.

[4] Eckerberg, K och Forsberg, B (1998), ”Implementing Agenda 21 in Local Government: the Swedish experience”, *Local Environment,* vol 3, nr 3; Palm, J (2004).

[5] Energimyndigheten (2002), Projektdirektiv 2002-09-09, *Uthållig kommun*.

detta ska garantera att arbetet inom Uthållig kommun fortskrider oavsett om t.ex. den styrande majoriteten byts ut.

Uthållig kommunprogrammet lägger stor tyngd på att ett uthålligt samhälle utvecklas genom samverkan – mellan kommunala förvaltningar samt mellan offentlig och privat verksamhet. Processen ska styras av kommunens egna initiativ och krafter. De lokala energiåtgärderna ska medvetet utformas så att de bidrar till uthållig lokal tillväxt.[6] Programmet initierades år 2003 och ska pågå till december 2007. I programmet ingår fem kommuner: Borås, Solna, Ulricehamn, Vingåker och Örnsköldsvik.

Lokala energisystem är komplexa infrastrukturer där många tekniker och aktörer möts. Här ryms industrier, kommersiella inrättningar, offentliga organisationer och enskilda konsumenter. En kommun kan ses som en geografiskt avgränsad arena som omfattar en mängd olika verksamheter. I de flesta svenska kommuner har både stora och små kunder historiskt fått sina energileveranser från kommunala energiverk och senare energibolag. Kommuner är också stora användare av energi för lokaler, vattendistribution, avloppsrening, avfallshantering och gatubelysning. Kommunernas aktiva insatser anses därför vara avgörande för genomförandet av den nationella energipolitiken och för att nå långsiktiga miljömål. Många kommuner vill verka för minskad energianvändning och miljöpåverkan. Lokala energiföretags agerande är här av stor betydelse. Vissa kommuner vill ha kvar sitt energibolag i kommunal ägo medan andra har valt att sälja sitt bolag.

Hur ska dessa lokala förutsättningar kunna utnyttjas för att utveckla effektiva, socialt och miljömässigt uthålliga lokala energisystem? Erfarenheter visar att lösningar som enbart är optimerade utifrån tekniska eller ekonomiska förutsättningar är otillräckliga. Strategier som inte tar hänsyn till energisystemets politiska och sociala förutsättningar kan sällan förverkligas. Ibland kan maktförhållanden eller politiska kontroverser bidra till att beslutsprocesser tar lång tid. Oklara spelregler kan skapa osäkerhet hos olika aktörer om vilka tekniker som bör utvecklas eller vilka investeringar som bör göras.

För att förändra energisystem på lokal nivå fordras därför en förståelse av både teknisk-ekonomiska faktorer och samhälleliga processer som omger teknisk förändring. Våren 2003 fick forskare från Program Energisystem vid Linköpings universitet i uppdrag att utföra teknik- och samhällsvetenskapliga analyser för delar av energisystemen i de fem kommunerna: Borås, Solna, Ulricehamn, Vingåker och Örnsköldsvik.[7] I varje kommun har tre delstudier genomförts. Dels

[6] Energimyndigheten (2002).

[7] Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004), *Energianalys Ulricehamn*, Rapport ER 17:2004, Energimyndigheten, Eskilstuna; Gebremedhin, A, Glad, W och Gustafsson, S-I (2004), *Energianalys Solna*, Rapport ER 16:2004, Energimyndigheten, Eskilstuna; Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004), *Energianalys Örnsköldsvik*, Rapport ER 15:2004, Energimyndigheten, Eskilstuna; Gebremedhin, A och Palm, J (2005), *Energianalys Borås*, Rapport ER 28:2005,

har det rört sig om tekniska analyser av energitillförsel och energianvändning i kommunerna ur ett systemperspektiv. Dels har vi genomfört lokala samhälls-analyser som utifrån olika perspektiv analyserat förutsättningar och resurser i kommunerna att utveckla uthålliga energisystemlösningar. Teknisk-ekonomisk analys i form av bl.a. modellering utnyttjas för att identifiera kostnadseffektiva och uthålliga alternativ. Samhällsvetenskaplig kunskap tillämpas för att analysera aktörers agerande, politiska och institutionella villkor samt sociala mönster som har betydelse för utsikterna att genomföra olika strategier eller uppnå vissa mål. Med boråsstudien, solnarapporten o.s.v. menas i fortsättningen dessa skrifter.

1.1 Syfte

I denna rapport görs en sammanfattande och övergripande syntes av studierna som tidigare genomförts i de fem kommuner som ingår i Uthållig kommun-programmet. Syftet är att öka kunskaperna om lokala energisystem och ge bättre förutsättningar att genomföra verkningsfulla förändringar av energitillförsel och energianvändning i landets kommuner vilket bidrar till utformningen av ett uthålligt samhälle. I rapporten dras generella slutsatser utifrån de gjorda analyserna. Övergripande frågeställningar är:

- Hur utnyttjas lokala förutsättningar och resurser på effektivt och optimalt sätt?
- Hur kan lokala aktörer utveckla strategier som bidrar till utvecklingen av ett hållbart samhälle?

Här visas olika möjligheter att förändra energitillförsel och energianvändning som kan bidra till att ställa om det svenska energisystemet till en mer hållbar utformning. De sociotekniska analyserna strävar efter att belysa hur man ska få många aktörer (bl.a. företag och hushåll) att vilja delta i förändringar av energitillförsel och energianvändning.

1.2 Disposition

I nästa avsnitt följer en kort genomgång av vår sociotekniska utgångspunkt vid studier av energisystemen, samt vissa begrepp och förutsättningar som finns för våra energianalyser. I detta inledningskapitel diskuteras även delar av det ramverk som omgärdar de lokala energisystemen i form av styrmedel och den pågående elhandeln mellan Sverige och grannländerna. Vi avslutar detta kapitel med att ge en kort bakgrundsbeskrivning till de fem studerade kommunerna.

Kapitel 2 bygger på tidigare samhällsvetenskapliga analyser som gjorts inom Uthållig kommunprogrammet. Här diskuteras hur kommunerna arbetat genom nätverk och mötesarenor, samt hur dessa processer kan utvecklas. Här diskuteras

---

Energimyndigheten, Eskilstuna; Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006), *Energianalys Vingåker*, Rapport ER 07:2006, Energimyndigheten, Eskilstuna.

också hur kommunerna kan utveckla och integrera energirådgivning, planarbete och kommunägda energibolag i sin strävan att utveckla uthålliga energisystem.

Kapitel 3 diskuterar olika aspekter på värmeförsörjning i kommunerna med fokus på fjärrvärmesystem. Analyserna behandlar bl.a. kraftvärmeproduktion och värmeleveranser till och från industrier.

I kapitel 4 återfinns de övergripande resultaten från analyserna av hur industrins energianvändning kan förändras mot ökad uthållighet. Kapitlet bygger på de studier som genomförts kring möjligheter att minska elanvändningen i mindre och medelstora industrier.

I det avslutande kapitel 5 dras de övergripande slutsatserna fram från de olika delstudierna. Kapitlet avslutas med förslag och idéer kring hur miljö- och energiarbetet i kommuner kan utvecklas, samt olika förslag till fortsatt arbete kring kommuners möjligheter att utforma uthålliga energisystem.

1.3 Systemsyn

Ett energisystem är ett socioteknisk system som omfattar anläggningar för utnyttjande, distribution och omvandling av energi, men även de aktörer och organisationer som driver, nyttjar och påverkar systemets utformning. Ett energisystem består även av en tredje dimension vilken är det institutionella regelverk (lagar, ekonomiska styrmedel etc) som utgör förutsättningarna för systemets funktionssätt. Utifrån denna definition kan ”samma” teknik ges radikalt olika innebörder utifrån olika grupper och aktörskonstellationers intressen, kompetens och resurser. Resultatet är att samma teknik ges olika innebörder vad gäller kostnader, utbyggnadspotential, miljöpåverkan etc. Denna sömlösa väv av teknik och sociala förhållanden medverkar till en specifik utformning av ett system.[8] .

Det är viktigt att se energiförsörjningen ur ett systemperspektiv för att undvika att ekonomiska och miljömässiga vinster vid en anläggning ersätts av förluster någon annanstans. Att beakta alla de tekniska förutsättningar, ekonomiska faktorer och andra förhållanden i omvärlden som påverkar energisystemet utgör ett komplext problem. Genom systemanalyser kan man beräkna hur tillgängliga resurser bör utnyttjas för att åstadkomma hållbara helhetslösningar för energiförsörjningen. Analyserna kan peka på kombinationer av anläggningar och åtgärder som innebär samordningsvinster.

Energisystemanalys är ett viktigt stöd för att analysera befintlig och framtida energiförsörjning utifrån miljömässiga och ekonomiska perspektiv. Med hjälp av systemanalys är det möjligt att laborera med olika lösningar för att hitta fördelaktiga system. Systemanalys ökar förståelsen av komplexa energisystem. Resultaten ska kunna bidra till att utforma delsystem som är fördelaktiga ur

[8] jmf t.ex. Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004)

helhetsperspektiv. Analyserna kan utgöra underlag för strategiska energibeslut hos företag, myndigheter och organisationer.

1.4 Energitillförsel

Bränslen, fjärrvärme och el kallas med ett gemensamt namn energibärare. Energibehov kan uttryckas som primärenergibehov, d.v.s. den energimängd som krävts ur olika ursprungliga energikällor för att leverera en energibärare (t.ex. el, jmf Persson m.fl. 2005). För ett bränsle är primärenergibehovet i stort sett lika med bränslets energiinnehåll. (Men det har även gått åt en del primärenergi för att transportera bränslet från källan till förbrukaren.) För el är primärenergibehovet mycket olika beroende på hur elen produceras. Primärenergibehovet för vattenkraftsel motsvarar i princip elenergin. El från ett kondenskraftverk, där energin utvinns ur kärnbränsle eller fossila bränslen, orsakar ett primärenergibehov som är omkring tre gånger så stort som elenergin (avsnitt 3.2.1). För fjärrvärme tillkommer dels omvandlingsförluster i pannorna i värmeverket och dels distributionsförluster.

Vid förbränning av fossila bränslen frigörs kol, som varit bundet under miljontals år, i form av koldioxid (CO_2). Den höjer koldioxidhalten i atmosfären och förstärker den naturliga växthuseffekten vilket ökar temperaturen på jorden. Energitillförseln är den främsta orsaken till den förstärkta växthuseffekten (IPCC 2001).

Biobränsle anses inte ge något nettobidrag till koldioxidhalten i atmosfären. Avfall har delvis fossilt ursprung (bl.a. plast) och orsakar normalt utsläpp av 100 kg CO_2 per MWh avfallsbränsle (Holmgren och Gebremedhin 2004).

I Sverige släpper vi ut i genomsnitt 6 ton koldioxid per person och år, vilket totalt blir ca 56 miljoner ton koldioxid per år. I ett globalt perspektiv är Sveriges utsläpp höga, samtidigt har Sverige bland de lägsta utsläppen bland OECD-länderna. De globala utsläppen är ca 4 ton per person och år. Energi och transportsektorn står för den största andelen av utsläppen.[9]

Bränsleanvändning, primärenergibehov och koldioxidutsläpp kan fungera som planindikatorer som illustrerar framtida förhållanden i olika scenarier och som är relaterade till nationella och lokala mål som begränsad klimatpåverkan och stor andel förnybara energikällor. Sveriges kommuner och landsting håller på att ta fram lokala miljöindikatorer (Fidjeland och Hagnell 2004).

[9] www.naturvardsverket.se.

1.5 Energianvändning och energihushållning

Energi i skiftande former behövs till många olika ändamål i samhället. Det är svårt att göra prognoser över hur efterfrågan på olika energiformer utvecklas. Det beror bl.a. på hur boende, varutillverkning och servicetjänster utvecklas på olika platser. Energibehovet för en viss typ av verksamhet är inte givet utan förändras genom teknisk utveckling och påverkas av hur priset på möjliga energibärare förändras.

Energianvändningen i byggnader och industrier kan förändras genom energihushållningsåtgärder. Energihushållning kan i princip ske på tre sätt:

- Effektivisering som minskar energibehovet
- Laststyrning som minskar effektbehovet genom att flytta energianvändning i tiden
- Byte av energibärare (konvertering) t.ex. från el till bränsle eller fjärrvärme för värmeproduktion

I samtliga fall ska nyttan av energianvändningen vara oförändrad. I dessa studier behandlas effektivisering och konvertering. Effektivisering kan ske genom byte till mer energisnål teknik och förändrat beteende vad gäller användningen av energi.

1.6 Styrmedel

Styrmedel påverkar energitillförsel och energianvändning och kan utformas så att den enskilde aktören väljer något som uppfattas som effektivt ur en helhets-synpunkt. Regler och avgifter kan påverka energianvändare att välja lösningar som är att föredra ur ett samhällsperspektiv.

Svensk energiförsörjning har sedan länge påverkats starkt av olika energipolitiska styrmedel. Länge var olika former av inhemska skatter och miljöavgifter de dominerande ekonomiska styrmedlen men på senare år har de kompletterats av elcertifikat för elproduktion med förnybara energikällor och EU:s utsläppsrätter för koldioxid[10]. Utsläppsrätterna är ett exempel på att den här typen av styrmedel börjar beröra energiförsörjningen i allt fler länder. De komplicerar förutsättning-arna för energitillförsel och ökar behovet av systemanalyser för att utforma optimala energisystem. Styrmedlen beaktas i analyserna av kommunernas fjärrvärmesystem (avsnitt 3.6).

[10] Energimyndigheten (2004)

1.7 El och koldioxid i internationellt samspel

Svensk elproduktion sker till nästan hälften vardera med vattenkraft och kärnkraft och därtill kommer små andelar fossila och förnybara bränslen.[11] El som används kan anses komma från olika svenska kraftverk i förhållande till hur mycket de bidrar till den svenska elproduktionen. En sådan svensk elmix består något förenklat av 50% kärnkraft och 50% vattenkraft, där kärnkraften har en verkningsgrad på omkring 33% eftersom värme spills vid kärnkraftverken. Primärenergin är för svensk elproduktionsmix ungefär dubbelt så stor som elenergin.

Men det sker ständigt import och export av el mellan Sverige och våra grannländer. Det är hela tiden ett samspel mellan elanvändning och elproduktion i Sverige och omvärlden. Oftast påverkar därför förändringar av svensk elproduktion och elkonsumtion elgenereringen i andra länder (utom när all överföringskapacitet till utlandet är fullt utnyttjad). Den elproduktion som i första hand påverkas av den internationella handeln är koleldade kondenskraftverk som är det dominerande kraftslaget i vår omgivning. De har låg verkningsgrad och höga utsläpp av koldioxid (CO_2) per MWh producerad el.

De kraftverk som har den högsta rörliga kostnaden förändrar sin produktion när efterfrågan på el ändras. I Nordeuropa är det normalt koleldade kondenskraftverk. Minskad elkonsumtion och ökad elproduktion (i t.ex. kraftvärmeverk) i Sverige minskar driften och koldioxidutsläppen från kolkondenskraftverk i andra länder. Förbrukad el antas därför vara kolkondensel eftersom det är den dyraste elproduktionen, vilken skulle undvikas om elefterfrågan i Sverige skulle minska.[12]. Producerad el ses på motsvarande sätt ersätta kolkondensel. Detta brukar kallas att det är ”kolkondens på marginalen”.

Vid koleldade kondenskraftverk spills nästan två tredjedelar av bränsleenergin. Totalverkningsgraden från bränslet som tillförts kolkraftverken till elen som levereras till konsumenter i Sverige är omkring 33%, d.v.s. det går åt tre gånger så mycket primärenergi (kol) som använd el. En eldriven värmepump har därmed ungefär samma totalverkningsgrad som en panna räknat från bränslet kol i kolkraftverket till värme i huset.

När kol förbränns bildas 330 kg koldioxid för varje megawattimme värme som alstras. Med en verkningsgrad för kraftverket på 0,37 och överföringsförluster på 5% innebär det att varje konsumerad MWh el orsakar utsläpp av 940 kg CO_2. I de olika delstudierna har använts värden i intervallet 780 – 1000 kg CO_2 per MWh el.

1.7.1 Utsläppsrätter

Sedan början av 2005 finns utsläppsrätter i EU. Alla som släpper ut större mängder koldioxid måste ha en utsläppsrätt för varje ton koldioxid som släpps ut.

[11] Ibid.
[12] Energimyndigheten 2002.

Energiföretag och tung industri har fått rätter huvudsakligen baserat på deras tidigare koldioxidutsläpp. Den som har fler utsläppsrätter än vad som behövs kan sälja dem och den som vill släppa ut mer måste köpa fler rätter. Utsläppsrätterna har ökat kostnaden för elproduktion i kolkondenskraftverk och drivit upp elpriset både på kontinenten och i Norden och har därigenom tydliggjort sambandet mellan elproduktion och elkonsumtion i olika länder.[13]

Det finns en viss mängd utsläppsrätter i EU och koldioxidutsläppen från de företag som ingår i handeln med utsläppsrätter torde, förutsatt att systemet fungerar, hamna på den nivå som mängden rätter motsvarar. Koldioxidutsläppen från dessa samhällssektorer kan emellertid inte bli lägre än vad mängden rätter föreskriver. Åtgärder som minskar elanvändningen i Sverige minskar driften av kolkondenskraftverk och deras utsläpp men egentligen inte den totala mängden koldioxidutsläpp under de villkor som gäller nu. Men utsläppen måste minska och de förändringar som skisseras i dessa analyser visar på åtgärder som kan bidra till att minska koldioxidutsläppen inom EU. Dessa åtgärder är i många fall bättre och billigare lösningar än att bygga naturgaseldade kondenskraftverk, vilket är det sätt att minska koldioxidutsläppen som ligger närmast till hands för kontinentens kraftproducenter.

Kraftvärmeverk har en högre verkningsgrad än kondenskraftverk eftersom värmeenergin tas tillvara i ett fjärrvärmesystem eller i industriproduktion i stället för att spillas. Kraftvärmeproduktion blir mer lönsam med högre elpriser, särskilt med biobränsle som inte belastas av någon CO_2-kostnad.

1.7.2 Avreglerad europeisk elmarknad

Vi har nu i princip en gemensam avreglerad elmarknad inom EU. Den ökande elhandeln mellan länderna medför troligen en likriktning av elpriset inom unionen. Svenska elkunder kommer därför sannolikt att få känna av ett betydligt högre elpris där prisvariationerna ökar mellan dag och natt men minskar mellan säsongerna. Kraftbolagen kan ta ut marknadspriset på el även för den ström som produceras till låg kostnad i vatten- och kärnkraftverk. Det innebär ett stort ekonomiskt producentöverskott som ägarna av dessa kraftverk erhåller som extra förtjänst.

I Sverige är elanvändningen per person mycket högre än i övriga EU[14]. Elanvändningen för att producera en vara är också ofta större än i våra konkurrentländer eftersom el har varit billig i Sverige[15]. EU:s inre elmarknad torde jämna ut elpriserna mellan EU-länderna. Det skulle betyda högre elpriser i Sverige än vad vi hittills varit vana vid. Svenska företag har inte längre den komparativa fördel som ett lågt elpris innebär. Därför behöver elanvändningen i tillverkningsindustrin minskas[16]. I de genomförda analyserna visas exempel på hur det kan ske genom

[13] jmf Stem 2005.
[14] Energimyndigheten 2004
[15] Dag 2000, Nord-Ågren 2002
[16] Jmf Trygg 2002, Trygg och Karlsson 2004

effektivisering och konvertering från el till bränsle eller fjärrvärme (kapitel 4). Med ett ökande elpris blir en omställning mot mindre elanvändning allt viktigare och ökar konkurrenskraften för industrin.

Åtgärder som beskrivs i denna studie och de bakomliggande delstudierna kan genom att minska driften av kolkondenskraftverk bidra till att minska koldioxidutsläppen inom EU. Åtgärder som direkt minskar den lokala användningen av fossila bränslen beskrivs också.

1.8 Studerade orter

Energianalyser har under åren 2003 till 2005 genomförts i de fem kommuner som ingår i Energimyndighetens program Uthållig kommun. Här ges en kort beskrivning av kommunerna.

1.8.1 Borås

Borås Stad ligger i Västra Götalands län och har en yta på 973 kvadratkilometer[17]. Kommunen har en befolkning på närmare 100 000 invånare. Ända in på 1960-talet sysselsatte textil och konfektion två tredjedelar av de industriarbetande i Borås. När den svenska tekokrisen uppstod skedde en omvandling av Borås näringsstruktur. Emellertid är tekoindustrin fortfarande närvarande och flertalet svenska postorderfirmor ligger i Borås.

Borås energitillförsel för år 2002 visas i tabell 1.1. Enligt tabellen står olja och oljeprodukter för en stor del av den totala bruttoenergitillförseln. Elenergin står också för en stor andel, följd av biobränslen.

Tabell 1.1. Olika energibärares bidrag till bruttoenergitillförseln till Borås kommun 2002[18]

Energibärare	GWh per år
Bensin, diesel	805
Eldningsolja	421
Gasol	132
Biobränsle	737
El	975
Summa	**3 070**

Fjärrvärmeförsörjningen i Borås sköts av det helt kommunalägda företaget Borås Energi AB. Fjärrvärmen är väl utbyggd i centrala Borås. I kommundelarna Dalsjöfors, Fristad och Sandared finns mindre närvärmenät.

[17] Gebremedhin, A och Palm, J (2005)
[18] SCB, kommunala energibalanser (www.scb.se)

1.8.2 Solna

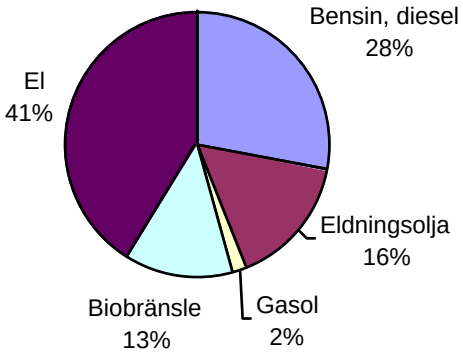
Solna stad är en av Stockholms förortskommuner och en av Sveriges till ytan minsta kommuner[19]. Kommunen har 58 000 invånare och ungefär lika många personer har sin arbetsplats i kommunen, varav över 50 000 pendlar till Solna varje dag. Solna stad framhäver att man bedriver en företagsvänlig tillväxtpolitik. Kommunen är landets mest företagstäta kommun och 80% av företagen är tjänsteföretag.

Det finns omkring 30 000 flerbostadshus i Solna men färre än 1 000 småhus. 90% av byggnaderna i kommunen är anslutna till fjärrvärmenätet. Energiföretaget Norrenergi levererar fjärrvärme i bl.a. Solna och ägs gemensamt av Solna och Sundbybergs kommuner.

1.8.3 Ulricehamn

Ulricehamns kommun ligger i Västra Götalands län och har 22 000 invånare varav 9 000 bor i staden Ulricehamn[20]. Det finns över 600 företag i kommunen varav flera är verksamma inom textil- och verkstadsindustrin.

Bruttotillförseln av energi till Ulricehamn domineras av el, vilket framgår av figur 1.1. Olja och oljeprodukter står också för en stor andel, följt av biobränslen. Fjärrvärmeförsörjningen i Ulricehamn sköts av det helt kommunalägda företaget Ulricehamns Energi AB som har slutit ett 15-årigt avtal med företaget Svensk Brikettenergi om leveranser av värme, främst spillvärme.



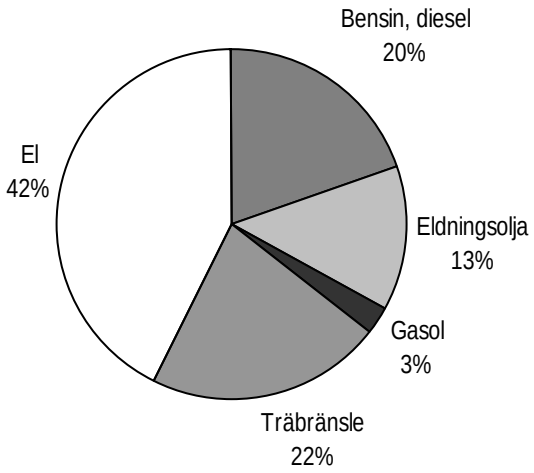
Figur 1.1. Olika energibärares andel av bruttoenergitillförseln till Ulricehamns kommun 2000[21]

[19] Gebremedhin, A, Glad, W och Gustafsson, S-I (2004)
[20] Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004)
[21] SCB, kommunala energibalanser (www.scb.se)

1.8.4 Vingåker

Vingåker ligger i Södermanlands län och har ca 9 200 invånare[22]. Vingåker har ungefär 25 invånare per km^2. I Vingåker finns ca 400 småföretag där de största arbetsgivarna tillverkar industritextilier.

Figur 1.2 visar hur bruttoenergitillförseln fördelar sig på olika energibärare. De fossila bränslena står för drygt en tredjedel av den totala energitillförseln medan det enda förnybara bränslet träbränsle står för mindre än en fjärdedel.



Figur 1.2. Total energitillförsel till Vingåkers kommun[23]

Kommunen har gjort en funktionsupphandling (www.epec.se) för de kommunala lokalerna där en entreprenör ska leverera ett visst inomhusklimat vilket kan innefatta både energieffektiviseringsåtgärder och alternativ uppvärmning, t.ex. övergång från el eller olja till fjärrvärme eller pelletspanna.

1.8.5 Örnsköldsvik

Örnsköldsviks kommun ligger i Västernorrlands län och har drygt 55 000 invånare på en yta av över 68 kvadratmil[24]. Halva befolkningen bor i staden Örnsköldsvik. En stor del av kommunens invånare arbetar i tillverkningsindustri, särskilt i den energiintensiva skogsindustrin. Botniabanan som nu byggs kommer att öka möjligheterna till gods- och persontrafik på järnväg.

Bruttoenergitillförseln till Örnsköldsvik domineras av avlutar som både produceras och konsumeras i skogindustrin (tabell 1.2). Denna bransch är även en stor elanvändare. Tabell 1.2 visar också att det finns en del fossila energibärare.

[22] Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006)
[23] SCB, kommunala energibalanser (www.scb.se)
[24] Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004)

Tabell 1.2. Bruttoenergitillförsel till Örnsköldsvik kommun år 2000.[25]

Energibärare	GWh
Stenkol och koks	23
Bensin och diesel	590
Eldningsolja	832
Gasol	14
Trädbränsle	747
Avlutar	4 490
El	1 742
Summa	**8 437**

Örnsköldsviks kommun äger energibolaget Övik Energi som bl.a. sköter fjärrvärmeförsörjningen. Industriella ångpannor levererar ånga både för fjärrvärmeproduktion och till den pilotanläggning för etanolframställning ur skogsråvara som finns i staden sedan ett par år. Övik Energi planerar att uppföra ett biobränsleeldat kraftvärmeverk som även kan leverera ånga till industrierna.

[25] SCB, kommunala energibalanser (www.scb.se)

2 Utveckla uthålliga energisystem i en kommun genom samverkan

Hur samverkansprocesser skapas och utvecklas har fokuserats i tidigare genomförda energianalyser i de fem kommunerna. I dessa samhällsanalyser har förutsättningar och resurser i kommunerna att utveckla uthålliga energisystemlösningar analyserats utifrån delvis olika teoretiska perspektiv. Gemensamt för alla fem kommunstudierna är att syfte och frågeställningar har formulerats utifrån respektive kommuns behov och önskemål och att samtliga studier på olika sätt behandlat samverkansprocesser i kommunerna. I samtliga kommuner har fallstudier gjorts, där data samlats in via dokumentstudier och intervjuer med relevanta aktörer. Diskussionerna och slutsatserna kring samverkan och nätverksprocesser i denna del bygger huvudsakligen på dessa fem tidigare genomförda undersökningar[26] samt på fältanteckningar från arbetsmöten inom Uthållig kommunprogrammet.

I detta kapitel är syftet att sprida erfarenheter kring hur de fem kommunerna i Uthållig kommunprogrammet arbetat genom bland annat nätverk och mötesarenor, samt att diskutera hur dessa processer kan utvecklas i strävan att skapa långsiktigt uthålliga energisystem. Vilka generella mönster kan urskiljas i kommunernas samverkansprocesser?

Då samverkan och nätverk är en kontinuerlig process som ofta pågår över längre tidsperioder redovisas även projekt som har startats innan Uthållig kommunprogrammet initierades i kommunerna, men där projekten har kunnat kopplas ihop med arbetet inom Uthållig kommun. De projekt som påbörjats har ofta också en långsiktig karaktär och tanken är att projekt och nätverk ska fortgå efter att Uthållig kommunprogrammet avslutats.

Syftet är dessutom att analysera hur kommunerna kan utveckla och integrera energirådgivning, planarbete och kommunalägda energibolag i sin strävan att skapa uthålliga kommuner.

Kapitlet inleds med en summering av de slutsatser som framkommit i tidigare rapporter. Här behandlas pågående och genomförda aktiviteter i kommunerna rörande nätverk och mötesarenor, goda exempel, att skapa långsiktighet och hantering av att närvärmebolag försätts i konkurs. Här ges även förslag på hur energirådgivning, planarbete och de kommunalägda energibolagen kan integreras och vidareutvecklas i kommunerna. Varje punkt har en hänvisning till det avsnitt där frågorna diskuteras. Därefter följer avsnitten där ovanstående delar diskuteras

[26] Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004); Gebremedhin, A, Glad, W och Gustafsson, S-I (2004); Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004); Gebremedhin, A och Palm, J (2005); Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006).

och analyseras utförligare. Kapitlet avslutas med en slutdiskussion med reflektioner kring det pågående lokala arbetet med att åstadkomma uthålliga kommuner.

2.1 Lärdomar och slutsatser från verksamheterna i de fem Uthålliga kommunerna

I kommunerna pågår flera aktiviteter som syftar till att skapa uthålliga energilösningar. I tabell 2.1 ges en sammanfattning av de pågående eller genomförda aktiviteter som vi har analyserat i kommunerna. I tabell 2.2 summeras lärdomar och förslag på hur kommunerna kan fortsätta utveckla sitt energi- och miljöarbete. I tabellerna ges även läshänvisningar som visar i vilka avsnitt de olika delarna presenteras utförligare och diskuteras ytterligare.

Tabell 2.1. Pågående och genomförda aktiviteter

Aktiviteter och lärdomar	Exempel	Se avsnitt
Nätverk och mötesarenor	- bjuda in aktörer för dialog - bilda nätverk för erfarenhetsutbyte och gemensamma satsningar - energiforum där olika organisationer kan få idéer, lära sig och diskutera kring olika energifrågor - bjuda in experter och forskare till seminarier - aktivt erbjuda kommunens kompetens i energi- och miljöfrågor som stöd till andra organisationers ansträngningar - skapa projekt som medför positiva incitament och återkoppling	2.2
Goda exempel	Erfarenhetsöverföring mellan företag	2.3
Långsiktighet i verksamheten	Skapa bred politisk förankring	2.4
Konkurs av närvärmebolag	- utveckla strategier för att hantera privatisering - samordna agerande med andra lokala aktörer	2.5

Tabell 2.2. Förslag till vidareutveckling av kommunalt miljö- och energiarbete

Förslag på vidareutveckling	Exempel	Se avsnitt
Energirådgivning	- skapa kontinuitet - samordna verksamheter i kommunens förvaltningskontor	2.6
Planarbetet	- använda planarbetet för att skapa långsiktigt uthålliga energisystem - utveckla energistrategier som tar ett helhetsperspektiv på energitillförsel och energianvändning	2.7
Integrera kommunalägda energibolag i kommunernas verksamhet	- involvera energibolagen i kommunens beslutsprocesser - utveckla kommunens ägarroll	2.8

2.2 Strategier kring nätverk och mötesarenor

Utgångspunkten i Uthållig kommunprogrammet är att utvecklingen av uthålliga energisystem delvis drivs av att kommunerna inom sin interna verksamhet utvecklar olika miljövänliga energistrategier, men att det samtidigt krävs att det skapas arenor för lokala aktörer där strategier och mål kan utvecklas och information om konkreta åtgärder utbytas. För att nå bland annat målen om effektivare och minskad elanvändning har kommunerna påbörjat flera projekt och nätverk och nedan följer exempel på sådana.

2.2.1 Exempel på genomförda aktiviteter i kommunerna

Kommunerna har bland annat haft informationsdagar eller möten där olika teman varit t.ex. uppvärmning av bostadshus, hållbara transporter, energieffektivisering i flerfamiljshus och miljögudstjänst. Dessa möten har varit riktade insatser av engångskaraktär som ofta nått många människor. Energirådgivarna uppger att de fått ta emot fler telefonsamtal än vanligt efter dessa möten, vilket kan vara ett tecken på ökat intresse hos deltagarna.[27]

I Borås har en energiutställning ”Nu och då” visats, som riktat sig till en annan målgrupp än vad som är normalt i energifrågor t.ex. skolklasser.[28]

I Örnsköldsvik har kommunen varit med och drivit på arbetet med att introducera ”hockeybussar”. MoDo hockey, Länstrafiken och Vägverket har utvecklat ett gemensamt projekt som syftar till att få fler att låta bilen stå och istället åka kollektivt till MoDo hockeys hemmamatcher. Under 2004 åkte ca 12-13 procent

[27] Halvtidsutvärdering Uthållig kommun, Luleå Tekniska Universitet, 20050921-21 fältanteckningar.
[28] Gebremedhin, A och Palm, J (2005).

buss mot tidigare 5-6 procent och detta är en utveckling som fortgår mot att fler använder bussarna.[29]

Alla kommuner har anordnat återkommande frukostmöten ofta med riktade inbjudningar till en viss typ av aktörer t.ex. industriföretag, detaljhandel eller fastighetsägare. Syftet är att vid återkommande träffar skapa diskussion kring miljö- och energifrågor, öka kunskapen om energi, samt skapa kontakter mellan företag och mellan kommun och företag. Tanken med mötena är att i en avgränsad grupp gemensamt diskutera olika miljö- och energirelaterade frågor utifrån mötesdeltagarnas behov och önskemål. Möten hålls 2-4 gånger per år och vanligtvis bjuds även externa föreläsare in.[30]

De mötesarenor som utvecklats har ofta mer eller mindre fördefinierade målgrupper. Ett exempel är ”Energiforum Borås industrier” där ca 10 företag ingår. Syftet med detta forum är att skapa ett nätverk för Borås industrier där information och gemensamma diskussioner ska leda fram till energieffektiva lösningar. I ett senare skede kan dessa företag fungera som goda exempel för andra.[31] Tanken är också att dessa nätverk ska kunna fungera som informations-spridare både från kommunen till företagen, men även från företagen till kommunen. Bland annat har dessa nätverk utnyttjats för att bilda referensgrupp och som remissinstanser vid framtagningen av kommunala energiplaner.

I Örnsköldsvik visar den uppbyggda pilotanläggningen för etanolproduktion hur betydelsefull samverkan mellan privata och offentliga aktörer från olika nivåer är för att utveckla ekologiskt hållbara lösningar. Här blev t.ex. finansieringsbidragen från Energimyndigheten förutsättningen för att anläggningen kom att förverkligas. Etanolanläggningen krävde en öppen organisation där flera olika privata och offentliga aktörer aktiverades, på lokal, regional såväl som nationell nivå, för att med gemensamma ansträngningar få till stånd pilotanläggningen.[32]

I Örnsköldsvik finns även exempel på hur kommunen genom att samverkan med privat verksamhet kunde bygga upp en egen produktionskapacitet, i form av ett kraftvärmeverk, baserat på förnybara och lokala energikällor.[33]

I Ulricehamn har ett informellt Miljönätverk Sjuhärad mellan fem SABO-anslutna kommunala bostadsbolag i regionen utvecklats. Syftet med samarbetet inom miljönätverket är bland annat att bostadsföretagen ska dela med sig av sin kompetens och sina erfarenheter till varandra. Målet med nätverket är att fatta gemensamma beslut som sedan ska realiseras i företagen. Ett konkret resultat av

[29] Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004); Energimyndigheten (2005), *Uthållig kommun – andra året*, ER 2005:13, Eskilstuna; Halvtidsutvärdering Uthållig kommun.
[30] Energimyndigheten (2005); Seminarium, ”Mötesplats Uthållig kommun”, 20041201, Eskilstuna, fältanteckningar, Energimyndigheten; Halvtidsutvärdering Uthållig kommun 20050920-21, fältanteckningar.
[31] Gebremedhin, A och Palm, J (2005).
[32] Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004).
[33] Ibid., jmf avsnitt 3.6.5

denna samverkan är att flera fastigheter har anslutit sig till fjärrvärmenätet eller gått över till att använda biobränsle i sina pannor.[34] Nätverket har delvis använts för att utifrån företagens behov hitta lämpliga uppvärmningsalternativ, men också som ett sätt för kommunen att få upplysning om vilket intresse det finns hos företagen för en utbyggnad av fjärrvärme i olika områden.

I Borås samarbetar det lokala bostadsbolaget Fribo och hyresgästföreningen för att minska förbrukningen av värme, vatten och el. Målet är att den vinst som uppstår i och med att förbrukningen minskar på något sätt ska komma hyresgästerna till godo. Detta kan ske t.ex. genom en upprustning av lekplatser eller gemenskaps-utrymmen, hyressänkning eller en gemensam fest när ett uppsatt mål nåtts. Det viktiga här är emellertid att hyresgästerna känner sig delaktiga och att en eventuell besvärlig förändring i deras vardag kan kopplas samman med en framtida positiv ”belöning”.[35]

I Solna har företagsringar initierats av kommunen i syfte att bilda nätverk för företag med gemensamma miljöintressen. Här kan företag med intresse för t.ex. bilpool mötas och utbyta erfarenheter.[36] Konkret har detta än så länge lett fram till att fastighetsägarna i Solna Business Park haft förberedande möten med kommersiella bilpoolsföretag. Dessa nätverk blir därmed ett sätt för kommunen att styra privata aktörers handlande och därmed minska personbilstrafiken.

I Borås och Örnsköldsvik finns även ett informellt nätverk där företagsrepresentanter träffar ledamöter från kommunstyrelsen några gånger per år. I detta nätverk utbyts information mellan företags- och kommunrepresentanterna. Kommunstyrelsens ordförande i Borås menar att detta är ett bra sätt att dels få vetskap om företagens önskemål om t.ex. utbyggnad av fjärrvärmesystem och dels att kunna informera företagen om varför kommunen agerat på ett visst sätt. Detta ger även företagen en möjlighet att på informell väg påverka kommunala beslut som berör dem.[37]

I Vingåker har förmågan att samverka mellan offentliga och privata aktörer visats sig vara en viktig styrkehandling för kommunen. När det privatägda närvärmebolaget gått i konkurs i december 2004 utvecklades samverkan mellan den kommunala organisationen och de privata fastighetsägarna i syfte att skapa en gemensam strategi för hur konkursen av närvärmebolaget skulle hanteras. Vingåkers kommun hamnade i konflikt med närvärmebolaget och senare konkursförvaltaren kring prissättning på fjärrvärme som till slut ledde fram till en stämningsansökan i Katrineholms Tingsrätt. För att hantera den uppkomna krisen och för att stärka sin förhandlingsposition samordnade Vingåkers kommun och ägarna av flerfamiljshus i Vingåker sitt agerande. Bland annat enades aktörerna

[34] Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004), s 135.
[35] Intervju energirådgivare och Agenda 21-samordnare i Borås.
[36] Gebremedhin, A, Glad, W och Gustafsson, S-I (2004).
[37] Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004); Gebremedhin, A och Palm, J (2005); Energimyndigheten (2005).

om att inte skriva på ett nytt avtal med bolaget eller konkursförvaltaren, samt att gemensamt göra en kartläggning av möjliga alternativa uppvärmningsformer.[38]

Samtidigt misslyckades försök till samverkan mellan Vingåkers kommun och närvärmebolaget för att lösa den uppkomna konflikten, trots att båda parter hade resurser att utbyta i ett samarbete.

2.2.2 Diskussion kring nätverk och mötesarenor

De ovan nämnda nätverken har lite olika karaktär, allt från att vara riktade mot många aktörer till att mer fokusera en fördefinierad grupp. I nätverken finns ofta en kärna aktörer som dyker upp regelbundet, även om det finns aktörer som rör sig in och ur nätverken. Information om nätverkens existens sprids ofta genom personliga kontakter.

Merparten av de nätverk som skapats i kommunerna och som träffas med viss kontinuitet har utvecklats till relativt täta nätverk med ett begränsat antal aktörer. Denna utveckling kan delvis förklaras av att kommunen saknat resurser för att mobilisera fler aktörer i nätverken. I princip är tjänstemännens tid den enda resurs som finns att tillgå, då ekonomiska medel i det närmaste är obefintliga. Kommuntjänstemännen upplever också att det är de själva som måste initiera och driva nätverken. Tjänstemännen måste ta kontakt med företagen. Det har varit svårt att förmå företagen att ta första steget. Vi kan också konstatera att det är lättare att visa på konkreta resultat av de nätverk som medvetet byggts upp kring ett fåtal aktörer. Nätverk med odefinierad målgrupp har svårare att visa resultat.

Tjänstemännens erfarenheter av att engagera företag i olika frågor visar vikten av att företagen ser fördelar med samverkan. Redan i inbjudan bör man vara tydlig med hur företaget kan vinna på och få ut något av att delta i ett nätverk. Även om det är viktigt att visa på att miljö kan vara lönsamt, är det centrala ofta att få företag och organisationer att förstå bakgrunden till ett projekt oavsett syftet.[39]

Nätverkens uppbyggnad skulle också kunna problematiseras i kommunerna, t.ex. gäller det de informationsmöten som hålls där delar av kommunstyrelsens ledamöter och företagsrepresentanter ingår. Även om dessa möten inte har någon beslutande funktion kan dessa fungera som ett sätt för företagen att påverka kommunens beslutsprocesser. Det gör att nätverkens sammansättning blir viktig och borde diskuteras utifrån hur representativ sammansättningen är avseende företagens branschtillhörighet, storlek, svenskägda och utlandsägda samt ledamöternas könstillhörighet, ålder, etnisk bakgrund etc.

Samverkan och nätverk kräver resurser i meningen tjänstemännens tid. Till skillnad från t.ex. LIP (Lokala Investeringsprogram) utgår ingen ekonomisk ersättning till de kommuner som deltar i Uthållig kommun. Vi har sett att en kommun som Borås med ca 100 000 invånare har större möjligheter att avsätta tid

[38] Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006).
[39] Gebremedhin, A och Palm, J (2005).

och personal än en liten kommun som Vingåker med drygt 9 000 invånare. Det gör att förutsättningarna för kommunen att initiera och driva samverkan mellan förvaltningar och med privata aktörer är olika. I en mindre kommun har större prioriteringar krävts för vilka nätverk som ska utvecklas och utifrån vilka målsättningar.

Erfarenheter från kommunerna visar att ett säkert sätt att få företag och organisationer att engagera sig i olika frågor är att hitta en eldsjäl, som brinner för en aktuell fråga. Någon som kan gå i förväg och visa vägen för andra aktörer.

Vi har sett att drivande projektledare i kommunerna är betydelsefulla för att initiera och skapa kreativa projekt och nätverk. Dessa personer är betydelsefulla resurser. Det blir också en avvägning i kommunerna att dels ta tillvara den resurs som drivande aktörer utgör samtidigt som verksamheten inte får stå och falla med dessa personer. Samtidigt har vikten av en bred politisk förankring stått i fokus för programmet, just för att säkra programmets kontinuitet och fortlevnad.

Kommunerna har främst fokuserat samverkan och nätverk med privata aktörer, men även samverkan mellan olika förvaltningskontor har ökat. I t.ex. Borås har samverkan mellan energirådgivaren, Agenda 21-samordnaren och näringslivskontoret ökat. Konkret har det medfört att Agenda 21-samordnaren och energirådgivaren har upplevt att de har bättre förståelse för hur de kan nå ut till företag på orten.

Ett ökat samarbete och kommunikation inom den kommunala förvaltningen kan även användas till att få kunskap till och tillträde till etablerade nätverk kopplat till t.ex. Agenda 21, konsumentvägledare, fastighetsägare etc. Detta kan bidra till att även andra aktörer och grupper nås och kan engageras och informeras om aktuella energiprojekt.

2.3 Strategier kring goda exempel

I studierna framkom att företagen generellt var intresserade av en utökad samverkan, framför allt med andra företag. Att få ta del av andra företags energiarbete och genomförda åtgärder ansåg de vara mycket givande. En företagare från Ulricehamn bjöds in till ett inledande möte kring energieffektivisering för industriföretag i Borås (se avsnitt 4.1). Syftet var att ulricehamnsföretagaren skulle berätta om sina erfarenheter av den energianalys som genomförts på hans företag. Företagen i Borås menade att den presentationen av Ulricehamns företagsrepresentant hade fungerat som inspirationskälla och väckt många idéer hos företagarna om hur de kunde arbeta i sin organisation.[40]

Även kommunens tjänstemän menade att det var viktigt att utnyttja erfarenheter och goda exempel från andra företag i arbetet med att engagera nya företag. Tjänstemännen upplevde att företagsrepresentanter hade lättare att nå ut och få

[40] Gebremedhin, A och Palm, J (2005).

gehör hos andra företag, vilket inte minst företagsrepresentanten från Ulricehamn visade.[41]

Tidigare erfarenheter kring energirådgivning har också visat att områdesvisa kartläggningar ofta är mer effektiva än enstaka kartläggningar. Förklaringen till det antas vara att företagaren redan från början uppfattar energihushållning som mer konkret när grannarna också är involverade.[42]

Våra studier har också visat att företagen ofta inte utnyttjar de miljömässiga vinsterna som energieffektiva åtgärder bidrar till i t.ex. sin marknadsföring. Att visa på hur de miljömässiga effekterna kan framhävas tydligare av företagen kan vara en viktig uppgift för kommunen i framtiden. Kommunen skulle här kunna ta fram goda exempel från företag som marknadsför sig som ”miljöföretag” och använda dessa för att visa på hur företag kan gå tillväga.[43]

2.4 Strategier för att utveckla långsiktighet i verksamheten

Som nämndes i inledningskapitlet har varje kommun en avsiktsförklaring som undertecknats av kommunstyrelsens ordförande och Energimyndighetens generaldirektör. Det tar tid att bygga fungerande nätverk och då krävs det en viss långsiktighet i arbetet. Att politiskt förankra projekt och samarbeten som sker i kommunerna har visat sig vara av avgörande betydelse. Förankringsarbetet inom de olika involverade kommunerna har varit olika god. Detta har bl.a. visat sig då drivande personer inom Uthållig kommunprogrammet av olika anledningar varit frånvarande under perioder. I de kommuner där förankringen har varit god har andra personer gått in och stöttat verksamheten så att den kunnat fortgå. I de kommuner där förankringen inte lyckats fullt ut har verksamheten däremot inte kunnat fortgå.[44] Då nätverk måste träffas med viss kontinuitet för att bestå och utvecklas, visar detta på vikten av en god förankring av verksamheten i kommunen, så att arbetet med bl.a. nätverk blir en prioriterad fråga i kommunen och inte beroende av en individ.

En generell erfarenhet bland involverade kommunaltjänstemän i Uthållig kommunprogrammet är att Uthållig kommun höjt miljö- och energifrågornas status inom den kommunala organisationen. De menar även att Uthållig kommun har ”gett ringar på vattnet” och bidragit till att kommunen engagerat sig i många andra nätverk och projekt. Solna har t.ex. kommit med i nätverket ”Samverkan för hållbart resande”, tack vare att Solnas engagemang i Uthållig kommun uppmärksammats i olika sammanhang. [45] Dessa effekter är svåra att mäta och det är svårt att påvisa orsakssamband. Men ett rimligt antagande är att Uthållig kommun-

[41] Ibid.
[42] Persson, A (1990); Edén, M (1991).
[43] Gebremedhin, A och Palm, J (2005).
[44] Halvtidsutvärdering Uthållig kommun 20050920-21.
[45] Ibid.

projekten har aktualiserat och ökat intresset kring frågor som rör skapandet av en uthållig kommun hos flera aktörer inom och utanför den kommunala organisationen. Detta i sin tur gör förmodligen att kommunen blir positivt uppmärksammad i olika sammanhang och därför involverad i olika nätverk. Kommunens deltagande i Uthållig kommunprogrammet bidrar även till att tjänstemän och politiker i kommunen håller sig uppdaterade och informerade i dessa frågor vilket förmodligen också bidrar till att man ser flera möjligheter till hur man kan engagera sig i olika nätverk och på olika arenor.

2.5 Lärdomar av närvärmebolag i konkurs[46]

Betydelsen av att privata och offentliga aktörer kan samverka i en kommun återspeglas i Vingåker i samband med att närvärmebolaget där försattes i konkurs. Vingåker upphandlade 1998 fjärrvärme från ett privat bolag som försattes i konkurs i december 2004. Konkursen medförde stor turbulens i Vingåker, inte minst beroende på det oreglerade rättsläge som länge varit ett faktum på fjärrvärmeområdet, där i princip kundskydd saknats. Konkursboet i Vingåker köptes av Landshypotek AB våren 2005. I december samma år såldes sedan närvärmebolaget i Vingåker vidare till Rindi Energi AB (jmf avsnitt 3.6.4).

Händelsen i Vingåker sker som följd av en utveckling i fjärrvärmebranschen där en allt större andel fjärrvärmeföretag är privat ägda. Denna utveckling aktualiserar behovet av att i kommuner diskutera risken för att privata entreprenörer gör konkurs och utarbeta strategier för hur detta ska hanteras. Lärdomar som aktörerna i Vingåker drar av konflikterna med närvärmebolaget och dess konkursbo är behovet av att i upphandlingen göra en grundlig analys av ägarstrukturen hos anbudsgivande företag, samt att undersöka hur etablerat företaget är i branschen. Ytterligare en lärdom är att förändringar i omvärldsfaktorer såsom bränslekostnader och skatter, som är svåra för lokala aktörer att påverka, gör att det finns behov av att utforma korta avtal. Det bör även finnas möjlighet att justera taxan under avtalsperioden.

I många mindre kommuner blir kommunen den helt dominerande fjärrvärmekunden. I Vingåker stod kommunen och dess verkstadsbolag för 80 procent av fjärrvärmeunderlaget, vilket gör att Vingåkers fjärrvärmemarknad kan liknas vid monopsoni. Monopsoni utmärks av att det bara finns en kund på en marknad som säljarna måste slåss om. Vingåkers kommun kunde i förhandlingar med närvärmebolaget och även konkursförvaltaren utnyttja denna starka position genom att bland annat inte betala det av konkursförvaltaren begärda priset för fjärrvärme, men trots det bibehålla fjärrvärmeleveransen. Konkursförvaltaren hade för avsikt att sälja konkursboet och då var det avgörande att Vingåkers kommun fanns kvar som kund. Vingåker kunde dessutom ytterligare stärka sin förhandlingsposition genom att gå samman och agera gemensamt med fastighetsägarna till flerfamiljshus i Vingåker.

[46] Se Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006).

Vingåkers kommun hamnade samtidigt i en problematisk juridisk situation, eftersom fjärrvärmesystemet var offentligt upphandlat. Detta medförde att Vingåkers politiker upplevde att de inte hade särskilt stort handlingsutrymme att frångå det ursprungliga avtalet. Då fjärrvärmesystemet har karaktären av ett naturligt monopol hindras inträde av flera aktörer på den lokala fjärrvärmemarknaden. Därmed var inte en ny upphandling av fjärrvärme aktuell.

De val som kommunen gjorde i upphandlingen kom även att gälla för andra aktörer i kommunen som ville ansluta sig till fjärrvärmenätet. Eftersom fjärrvärmesystem i princip bara kan byggas upp en gång blir valen i upphandlingen avgörande för många aktörer lång tid framöver, vilket aktualiserar ett behov av att involvera och ta hänsyn till övriga aktörers intressen.

2.6 Förslag på hur energirådgivningen kan vidareutvecklas i kommuner

Ett moment i de kommunala energianalyserna har varit att genomföra energianalyser i företag, för att ge dem praktiska råd och förslag hur de kan energieffektivisera sin verksamhet (kapitel 4). I dessa företagsanalyser har framkommit att industrierna med mer eller mindre enkla insatser kan minska både sin elanvändning och sin totala energianvändning kraftigt. Åtgärderna innebär bl.a. att elanvändningen reduceras då det inte sker någon tillverkning, att man konverterar från el till bränsle eller fjärrvärme i processer som inte är el-specifika eller installerar rörelsedetektorer för lampor. Förutom de ekonomiska vinsterna skulle en minskad energianvändning bidra till att minska utsläppen av koldioxid. Samtidigt kan det vara svårt att få fram information till företagen om hur de genom relativt enkla åtgärder kan effektivisera sin energianvändning.

Den kommunala energirådgivningen kan bidra till att energieffektiva lösningar inom industrin genomförs. Energirådgivningen kan användas av allmänhet, småföretag och organisationer. Den ska ge opartisk och lokalt anpassad information och rådgivning om energifrågor. Rådgivningen berör områden som energi, teknik och konsumentvägledning, men den får inte omfatta besiktningar eller vända sig till kommunens egna förvaltningar eller bolag.[47] Den kommunala energirådgivningen kan alltså inte själva gå in och genomföra energianalyser på samma sätt som vi har gjort i kommunerna.

Hur kan då den kommunala energirådgivningen arbeta gentemot företagen? Företagen efterfrågar ofta information om hur de kan arbeta med energifrågor och vilka energieffektiva åtgärder som kan genomföras. Den kommunala energirådgivningen kan därmed fungera som informatör kring vilka generella åtgärder som företag kan vidta, t.ex. installera närvarostyrd belysning, se över ventilationen, ansluta sig till fjärrvärmenätet. Ett sätt som nämndes ovan är att visa på goda exempel på hur andra företag arbetat med dessa frågor, vilka åtgärder som de

[47] Proposition 2001/02:143, *Samverkan för en trygg, effektiv och miljövänlig energiförsörjning.*

genomfört. Energirådgivningen kan även distribuera förslag på energikonsulter som genomför energianalyser på företag.

I Borås-studien framkom att företagen prioriterar sin kärnverksamhet och de har ofta inte möjlighet att kontinuerligt bevaka energi- och miljöfrågor, så länge dessa frågor inte på ett tydligt sätt påverkar företagets verksamhet eller ekonomi. Vanligtvis kommer energifrågan in i samband med att olika investeringar måste göras, t.ex. underhåll av fastigheter, ut- eller ombyggnad av lokaler och anmärkning från länsstyrelse eller miljökontor.[48]

Eftersom energifrågor ofta aktualiseras i företag i samband med andra investeringar eller förändringar i företagen finns det klara samordningsvinster att göra internt i kommunen t.ex. genom att utveckla samarbetet mellan den kommunala energirådgivningen och främst miljökontor och byggnadskontor. Genom att involvera den kommunala energirådgivningen vid byggnadslovsansökningar och vid miljötillsyn kan kommunen rikta sina informationsinsatser till företag i ett skede när mottagligheten är hög. Kommunen kan t.ex. erbjuda ett företag som sökt bygglov att samtidigt få information om möjligheter till energieffektivisering.[49]

I Solna framkom att bostadsföretag som satsat på miljöledningssystem hade större benägenhet att ta ett helhetsgrepp kring energifrågorna och fokusera både tekniska lösningar och användares beteende. Införande av miljöledningssystemen medförde även att personalen fick utbildning i energifrågorna, vilket bidrog till en ökad förståelse för energibesparingsåtgärder. Den kommunala energirådgivningen kan gå in och stödja de företag som saknar resurser att införa miljöledningssystem. Energirådgivarna kan då satsa på att informera fastighetsägarna om hur de tekniska systemen kan förändras för att bli energieffektiva. Energirådgivarna kan även bistå fastighetsägarna i hur dessa kan skapa incitament för hyresgästerna att minska sin energianvändning.[50]

2.7 Förslag på hur planarbetet kan vidareutvecklas i kommuner

Arbetet med att skapa nätverk och mötesarenor är betydelsefullt för att utveckla uthålliga energisystem. Samtidigt har kommunen andra verktyg som inte får glömmas bort. Kommunen har viktiga politiska resurser till exempel genom sitt planmonopol. Genom införandet av planmonopolet år 1947 fick kommunerna ett avgörande inflytande över den fysiska planeringen och användningen av mark och vatten. Översiktsplanen har formellt en vägledande ställning och ligger till grund för den kommunala detaljplaneringen. I översiktsplanen anges övergripande riktlinjer för bebyggelse och allmänna intressen samt de miljö- och riskfaktorer som ska beaktas vid beslut om mark- och vattenanvändning. I miljöbalken

[48] Gebremedhin, A och Palm, J (2005).
[49] Ibid.
[50] Gebremedhin, A, Glad, W och Gustafsson, S-I (2004).

konstateras att användning av mark och vatten som anses som särskilt lämpliga för energiproduktion och energidistribution så långt som möjligt ska skyddas för just dessa ändamål. Genom översiktsplanen kan därmed t.ex. områden för fjärrvärme, naturgas eller vindkraft markeras. Det går också att planera för en förtätning av bostadsområden, vilket t.ex. gynnar när- och fjärrvärmelösningar.[51]

Ett annat verktyg är de kommunala energiplanerna, som är viktiga politiska styrinstrument eftersom en energiplan måste förankras i kommunfullmäktige.[52] En energiplan ska inte heller enbart fokusera energisystemets tillförseldel, utan i planeringen ska även energihushållning tas med. Genom att utnyttja energiplanen som politiskt styrinstrument kan kommunerna tydliggöra kommunens policy-inriktning på energiområdet och ta ett helhetsgrepp på den lokala energipolitiken. Planen kan vara vägledande i framtida beslut om val av produktionsanläggningar såväl som beträffande vilka grupper som särskilt ska prioriteras för informations-insatser och i nätverk. Att aktivt arbeta med mål och åtgärder i den kommunala energiplaneringen tillsammans med den fysiska planeringen ger kommunerna goda förutsättningar att styra de kommunala energisystemen.

2.8 Förslag på hur de kommunalägda energibolagen kan integreras i kommunens verksamhet

Kommuner som äger energibolag har stora möjligheter att styra energitillförselns utveckling genom att ge bolagen en tydlig roll i kommunala beslutsprocesser och genom att använda kommunens ägarroll och styra energitillförselns inriktning. I Örnsköldsvik finns flera goda exempel på hur kommunen lyckats använda det kommunala bolaget Övik Energi som en organisatorisk plattform att arbeta för en omställning av energisystemet på ett offensivt och expansivt sätt.[53]

När det gäller ägande av kommunala bolag markerar kommunallagen från 1991 att de kommunala företagen utgör en del av kommunkoncernen. Fullmäktige ska fastställa det kommunala ändamålet med företagets verksamhet, utse samtliga styrelseledamöter samt se till att fullmäktige får yttra sig innan sådana beslut fattas som är av principiell betydelse eller av större vikt. Ett kommunalägt aktiebolag har inga skyldigheter att följa kommunallagen, utan kommunallagens begränsningar och skyldigheter riktar sig mot kommunen som ägare. Det är kommunen som är skyldig att se till att de kommunalägda bolagen följer kommunallagens uppställda krav. Enbart ägande medför alltså inte automatiskt att bolaget måste agera på ett visst sätt. För att åstadkomma sådan styrning av företagen måste kommunen använda sig av civilrättsliga regler, såsom regler i bolagsordning eller ägardirektiv.[54]

[51] Montin, S (2004), *Moderna kommuner*, Stockholm: Liber; Ekelund, B (2005), *Energisystemet är också en fråga om planutformning!*, Licentiatavhandling, Luleå tekniska universitet.
[52] SFS 1977:439, *Lag om kommunal energiplanering.*
[53] Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004).
[54] Hallgren, T (1997), *Fakta och argument om kommunala företag*, Stockholm: Svenska

En återkommande slutsats i energianalyserna har varit att de kommunalägda energibolagen utgör en strategiskt viktig resurs i kommunerna. Ett kommunalt energibolag är en professionell resurs för kommunen som dessutom har möjlighet att agera under samma förutsättningar och villkor som andra bolag på el- och värmemarknaderna. Samtidigt är bolaget en politisk resurs som kan utgöra ett viktigt verktyg när politiska energibeslut och mål ska implementeras. Kommunen kan använda denna organisatoriska plattform för att arbeta för en omställning av energisystemet på ett offensivt och expansivt sätt genom att t.ex. bygga upp en egen produktionskapacitet baserat på förnybara och lokala energikällor. Kommuner som aktörer i skapandet av den uthålliga kommunen kan både behöva driva en expansiv omställning genom en produktionsorienterad strategi (vilket förutsätter ägarintresse i energibolag) och samtidigt arbeta för att få andra aktörer att vilja delta i ett förändringsarbete. Ägs ett elhandelsbolag som i Ulricehamns fall ger ägandet möjlighet till inköp av el från mer uthålliga produktionsslag. Energi- och miljöinsatser i kommunen kan underlättas av direkta möjligheter för kommunen att aktivt påverka inte bara värme- utan också elförsörjning.

Ett problem i kommunerna är ofta att energibolagen är dåligt integrerade i den övriga kommunala verksamheten och mer eller mindre lever som isolerade öar med självständiga mål och strategier. En samordning av kommunens hela organisation med enhetliga mål och strategier är betydelsefullt för att skapa uthålliga kommuner.

Samtidigt utkristalliseras det ofta en konflikt mellan energibolagens intresse av att sälja energi och andra intressen som verkar för en reducering av energianvändningen. Dessa intressen behöver emellertid inte stå i konflikt med varandra. Om till exempel värmebehovet hos fjärrvärmekonsumenterna minskas (genom t.ex. tilläggsisolering av olika fastigheter) skulle befintliga produktionsanläggningar kunna täcka värmebehovet i en större del av kommunen vid en utbyggnad av fjärrvärmenätet.[55] Fjärrvärmeleverantörens intäkter behöver inte minska då kunden köper mindre värme. Det kan t.ex. vara så att leverantörens kostnader för att producera värmen är högre än intäkterna från fjärrvärmeförsäljningen, vilket inte är ovanligt under kalla vinterdagar. Om t.ex. fastighetsägare genomför lönsamma åtgärder som sparar energi på vintern medför således dessa åtgärder en vinst även för leverantören eftersom värmeproduktionskostnaden överstiger försäljningsintäkten.[56]

Om kommunen dessutom gör en satsning på att ansluta fler industriföretag, skulle efterfrågekurvan för fjärrvärme planas ut över året. Många industrier använder el

---

Kommunförbundet, s 115; Paulsson, I, Riberdahl, C och Westerling, P (1997), Kommunallagen. Kommentarer och praxis med ändringar t o m 1 januari 1998, Stockholm: Kommentus Förlag, s 136; Hansson, L och Lind, J-I (1998), *Ägandets professionalisering i kommunala företag – några observationer och idéer som underlag för diskussion*, Stockholm: Svenska Kommunförbundet, s 14f; Meyer, L (1999), *Att hantera kommunala bolag – ägarroll & styrelsefunktion*, Stockholm: Komrev; Palm, J (2004).

[55] Jmf avsnitt 3.6.3, Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004).

[56] Avsnitt 3.3.1, 3.6.2, Gebremedhin, A, Glad, W och Gustafsson, S-I (2004).

för uppvärmning som skulle kunna ersättas av fjärrvärme. Industrins efterfrågan på värme förändras inte lika mycket mellan olika tidpunkter som i fallet med t.ex. hushåll. Detta beror på att värmebehovet delvis utgörs av tillverkningsprocesser som inte varierar med utomhustemperaturen. Att ansluta fler industrier till fjärrvärme innebär också att fler industrier kan konvertera processer som idag baseras på el och olja till fjärrvärme, vilket är fördelaktigt ur miljösynpunkt.[57]

Fastighetsägarna är ytterligare en stor grupp energianvändare som dessutom ofta har ett uttalat intresse av och tydliga ekonomiska incitament att arbeta för att hitta olika lösningar kring energieffektivisering och konvertering. I Uthållig kommun-studierna men även i tidigare studier[58] har det visat sig att de kommunalägda energibolagen ofta inte visar något större intresse för att utveckla ett samarbete med fastighetsägarna för att utveckla olika lösningar som syftar till energieffektivitet. Det kan emellertid finnas ett kommunalpolitiskt intresse av att utveckla sådana samarbetslösningar som ett led i en hållbar strategi. Ett sätt är då att utnyttja de legala styrmöjligheterna och styra energibolagen mot ett ökat samarbete med fastighetsägarna.

2.9 Avslutande diskussion

Inom Uthållig kommunprogrammet har de ingående kommunerna genom samverkan med privata och offentliga aktörer påbörjat flera projekt i syfte att skapa uthålliga energisystem. Detta är ett betydelsefullt långsiktigt arbete som inte minst kräver tålamod och kontinuitet eftersom projekten ofta berör livsstilsfrågor och våra attityder kring samhälleliga resurser. Det kan samtidigt konstateras att samverkan kräver en aktör som initierar och driver samverkansprocessen, en roll som kommunerna i dessa fall tagit på sig. Det som talar för att dessa kommuner har långsiktighet är att nätverk och arenor har byggts upp utifrån gemensamma befintliga resurser – ofta de involverade aktörernas tid och kompetens. Det som kan tala emot långsiktigheten är att kommunerna utvecklar ett stort beroende till ett fåtal drivande personer som varit eldsjälar i kommunernas arbete. Hur dessa eldsjälar lämnar över dessa nätverk och arenor kan därför bli avgörande för fortsättningen. Ytterligare problem är att det finns tendenser att det är samma aktörer som återkommer i olika nätverk. Nästa steg för kommunerna kan vara att utveckla strategier för hur nätverken kan utvidgas och hur information ska nå ut till flera aktörer.

Vi kan konstatera att storleken på kommunen påverkar möjligheten att driva samverkans- och nätverksprocesser. Vi har sett att olika nätverk har byggts upp med olika syften. Vissa nätverk byggs upp kring en tydlig målgrupp och består av ett begränsat antal aktörer. I dessa nätverk blir ofta mål och resultat tydligare att urskilja. I nätverk som är mer allmänt riktade till flera aktörer är målet ofta att informera aktörerna om uppvärmningsalternativ, uthålligt resande etc. Dessa

[57] Avsnitt 3.6.3, Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004).
[58] Palm, J (2004).

möten får karaktären av informationsutbyte, där konkreta resultat blir svårare att påvisa, men på sikt kan de visa sig vara betydelsefulla.

I Vingåker fanns det även exempel på hur kommunen kunde öka sin förhandlingsstyrka gentemot närvärmebolaget och dess konkursförvaltare genom att agera gemensamt med ägarna av flerfamiljshus i Vingåker. På detta sätt bidrog även kommunen till att stärka fastighetsägarnas förhandlingsposition i frågor som bland annat rörde vad som var ett rimligt pris för fjärrvärme.

Samtidigt som det är av stor vikt att utveckla nätverk och samverkan på lokal nivå, är det viktigt att kommunerna även utvecklar de andra verktyg som står till buds. En möjlighet för kommunerna är att i sitt planarbete aktivt arbeta med frågor kring var t.ex. utbyggnad av fjärrvärme kan ske, för att på det sättet ge bl.a. industrin möjligheter att ansluta sig till fjärrvärmenätet.

Av betydelse är även de kommunalägda energibolagen som är en stor resurs i kommunerna som behöver integreras och användas i arbetet med att utveckla uthålliga energisystem. Det kan handla om att styra inköpen i ett elhandelsbolag så att enbart förnyelsebar el köps in, att tillsammans med bolagen utveckla politiska strategier för hur fjärrvärmen ska expandera eller att styra energibolaget till att tillsammans med t.ex. ett kommunalägt bostadsbolag utveckla lösningar som effektiviserar energianvändningen i fastigheter.

I kommuner som saknar energibolag och som valt att upphandla t.ex. fjärrvärme är det betydelsefullt att i kommunen diskutera risken för att privata bolag gör konkurs och utarbeta strategier för hur detta ska hanteras. Det är även betydelsefullt att i upphandlingen göra en grundlig analys av ägarstrukturen hos anbudsgivande företag, samt att undersöka hur etablerat företaget är i branschen. När fjärrvärmesystem byggs blir valen som kommunen gör i upphandlingen avgörande för andra aktörer i kommunen som vill ansluta sig till fjärrvärmenätet. Detta aktualiserar ett behov av att involvera och ta hänsyn till övriga lokala aktörers intressen i upphandling och uppbyggnad av fjärrvärmesystem.

Avslutningsvis kan konstateras att genom att kombinera samverkan och nätverksbyggande med andra verktyg som kommunen har, bl.a. att planlägga för fjärrvärmeexpansion i den fysiska planeringen, har kommunerna stora möjligheter att påverka och styra energisystemen mot en långsiktigt hållbar utveckling.

3 Värmeförsörjning

En stor del av den energi som tillförs, distribueras, omvandlas och används i samhället syftar till att täcka behov av värme, framförallt i form av varmvatten och uppvärmning av bostäder, lokaler och industrier men även för tillverkningsprocesser i industrin[59]. Detta kapitel behandlar olika aspekter på värmeförsörjning med fokus på fjärrvärme. Det baseras på delstudier av kommunerna som i första hand rört fjärrvärmeproduktion men som även behandlat annan värmetillförsel, energihushållning och ångbehov i industrier.

3.1 Värmebehov

Värmebehov består huvudsakligen av dels behov av tappvarmvatten (kranvatten) som är ganska konstant under året och dels uppvärmning som finns under en stor del av året men varierar kraftigt mellan årstiderna[60]. Uppvärmningsbehovet beror av utomhustemperaturen och är t.ex. betydligt större under de kallaste vinterdagarna än när det är normalt vinterväder. Det finns även värmebehov vid låg och hög temperatur i tillverkningsprocesser i industrier. Det kan krävas sammanställning av uppgifter från en mängd olika källor för att få en bild av värmebehoven i olika samhällssektorer och orter (avsnitt 3.1.2).

3.1.1 Värmetäthet

Värmetäthet är värmebehovet per kvadratmeter markyta och beror främst av byggnadernas uppvärmning och tappvarmvatten men även av industriella tillverkningsprocesser som behöver värme. Värmetätheten är högre i tätbebyggda områden med flervåningshus. Värmetätheten skulle kunna användas för att i större utsträckning få med energifrågorna i kommuners fysiska översiktsplanering[61]. Värmetätheten kan bl.a. ge en fingervisning om i vilka områden det är mest lämpligt att bygga ut fjärrvärmenät och på vilka orter det kan passa bäst att anlägga närvärmenät.

3.1.2 Vingåker

I vingåkersstudien ingår en kartläggning av värmebehov och värmetillförsel i olika kommundelar inom samhällssektorerna industrier, offentliga lokaler, övriga tjänster, flerbostadshus, småhus, jordbruk och fritidshus[62]. Kartläggningen ger en ungefärlig bild av dagens situation. Vingåkers värmeförsörjning beskrivs även i avsnitt 3.2.1 och 3.6.4.

[59] jmf Energimyndigheten 2004
[60] T.ex. Frederiksen och Werner (1993)
[61] jmf Statens energimyndighet (2004)
[62] Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006)

Uppgifter från många olika källor sammanställdes för att få en bild av värmebehoven, vilka energislag som används och hur värme produceras. Huvudsakligen användes Statistiska centralbyråns (SCB) statistikdatabas (www.ssd.scb.se), SCB:s energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler (SCB 2004), Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok (SCB 2005), Räddningsverkets sotningsstatistik, fjärrvärmeförsäljning, branschorganisationen Svensk Fjärrvärme (Sandberg och Overland 2003), listor på kommunens lokaler, anmälda värmepumpar, bidrag till biobränslepannor samt tjänstemän hos kommunen och större fastighetsägare. För att beräkna antalet småhus med olika uppvärmningssätt i olika kommundelar krävdes många av dessa källor.

Tabell 3.1. Totalt värmebehov för olika sektorer och orter i Vingåkers kommun (MWh/år)

Ort	Offentliga lokaler	Övriga tjänster	Flerbo-stadshus	Småhus	Industri värme	Industri process	Jordbruk	Fritids-hus	Summa
Vingåker	8140	9460	16000	17200	980	960	0	0	52700
Baggetorp	160	180	110	3710	0	0	0	0	4160
Högsjö	500	580	2470	3490	11280	3440	0	0	21800
Läppe	0	100	0	1300	0	0	0	0	1400
Marmorbyn	320	370	100	2830	0	0	0	0	3600
Österåker	440	520	180	860	0	0	0	0	2000
Landsbygd	0	600	0	21700	1340	12000	2300	4200	42000
Summa	9600	11800	19000	51100	13600	16400	2300	4200	128000

Värmebehoven för uppvärmning och tappvarmvatten i olika samhällssektorer samt värmebehov i jordbruk och industriell processvärme för olika delar av Vingåkers kommun visas i tabell 3.1. Omkring 40 % av värmebehovet finns i småhus och 25% i industrin. Minst värme används i fritidshus och inom jordbruk medan övriga sektorer står för runt 10% av värmebehovet vardera.

Tabell 3.2. Kommundelarnas yta och värmetäthet i Vingåkers kommun

Ort	**Yta hektar**	**Värmetäthet kWh / m^2, år**
Vingåker	387	14
Baggetorp	85	4,9
Högsjö	94	23
Läppe	78	1,8
Marmorbyn	49	7,4
Österåker	18	11
Landsbygden	36536	0,12
Hela kommunen	37247	0,34

Värmebehov och ytor för olika kommundelar ger orternas värmetäthet (tabell 3.2). Den höga värmetätheten i bruksorten Högsjö beror på att industrin använder mycket energi. I centralorten Vingåker finns en del tätt bebyggda kvarter som har stort värmebehov per kvadratmeter markyta. Samhället Läppe är däremot mycket utspritt.

3.2 Värmetillförsel

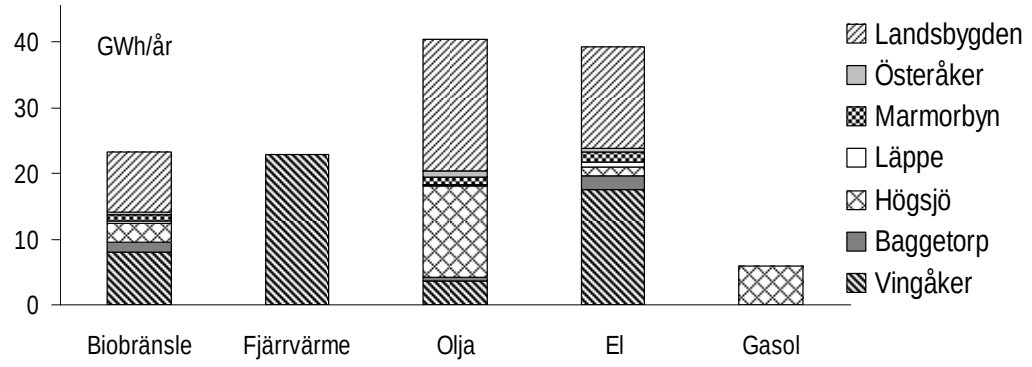
Värme kan erhållas från många skilda källor och tillföras på olika sätt. Ett hus kan ha ett vattenburet uppvärmningssystem där varmt vatten distribueras till vattenfyllda radiatorer. Värmen kan komma från en panna för olja, biobränsle eller el, en värmepump eller fjärrvärme. Många hus har direktverkande elvärme där elradiatorer alstrar värme i varje rum[63]. I fritidshus finns ofta direkt elvärme kompletterad med vedeldad braskamin. Med ett vattenburet system är det lätt att byta energikälla men med direktverkande elvärme är det svårare konvertera till annan uppvärmning.

Förutom i byggnader behövs också värme i många industriella tillverknings-processer. Vissa industriprocesser fordrar temperaturer som bara kan erhållas från en panna men olja kan ofta bytas mot biobränsle. För vissa ändamål i industrin är bara olja eller gas praktiskt möjligt. I andra fall kan även fjärrvärme användas (kapitel 4).

3.2.1 Vingåker

Dagens användning av bränslen, fjärrvärme och el för värmeproduktion i olika samhällssektorer och kommundelar kartlades i vingåkersstudien[64]. Värmebehoven täcks idag till drygt 1/3 av fossila bränslen, ca 1/3 av förnybara bränslen och knappt 1/3 av el. Olja och el är de mest använda energibärarna (figur 3.1).

Lägst andel förnybara bränslen används i jordbruket, industrin och privata lokaler (övriga tjänster) medan förnybart bränsle (inkl fjärrvärme) täcker en stor del av värmebehovet i flerbostadshus och offentliga lokaler. Småhusen värms främst med biobränsle och elvärme. Industrins värmeproduktion sker till 95% med fossila bränslen. Ingen större industri använder fjärrvärme. I Högsjö finns ett gasolnät. Inom jordbruket står oljan står för 70% av värmeproduktionen och resten täcks av el.



Figur 3.1. Användning av olika energibärare för värmeproduktion i Vingåker

[63] T.ex. Statens energimyndighet (2002)
[64] Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006)

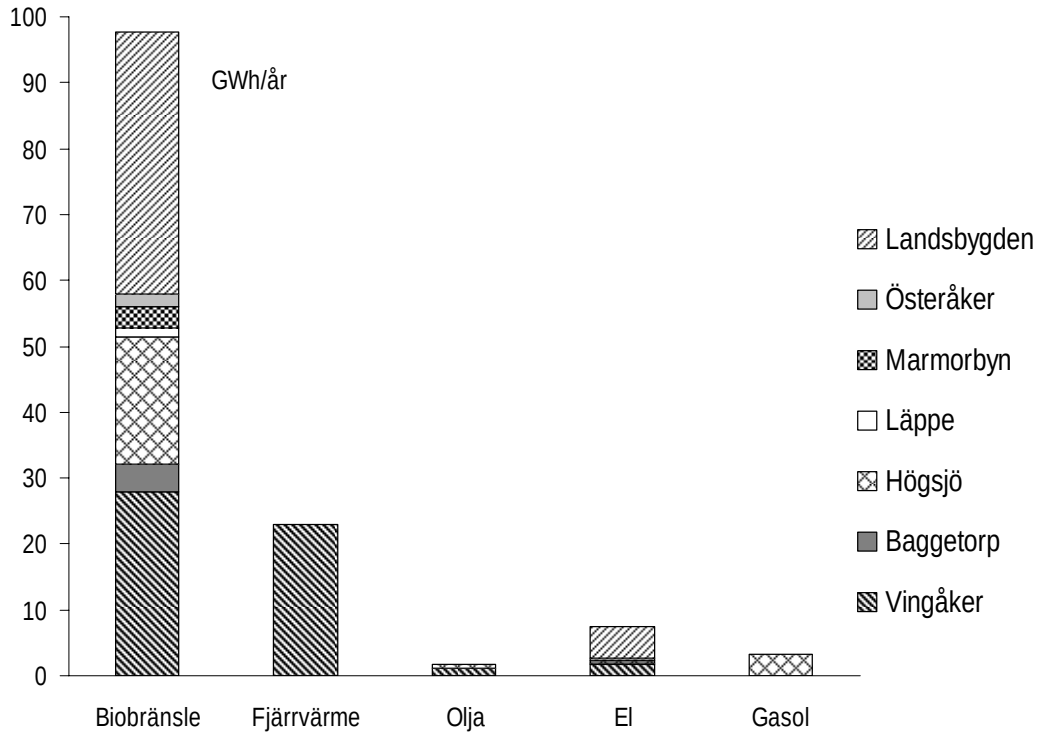
Värmeförsörjningen orsakar utsläpp på 13 000 ton koldioxid (CO_2) per år p.g.a. lokal förbränning av fossila bränslen och totalt 52 000 ton/år om man räknar in utsläpp från kolkondenskraftverk som producerar elen till värmepumpar och elvärme (avsnitt 1.7). De lokala CO_2-utsläppen är störst i industrin (9 000 ton/år) men om utsläppen från kolkondenskraftverk inkluderas orsakar småhusen störst utsläpp (23 000 ton/år).

I vingåkerstudien målades tre scenarier upp för den framtida värmeförsörjningen av bostäder, lokaler, industrier och jordbruk i olika kommundelar.

All användning av fossila bränslen och elvärme (utom värmepumpar och fritidshus) för uppvärmning och tappvarmvatten samt viss industriell process-värme antogs kunna bytas ut mot antingen pelletspannor, värmepumpar eller närvärme (där det är möjligt).

Installerad fjärrvärme och bergvärme antas inte kunna påverkas. Värmebehovet inom varje sektor och ort består, d.v.s. byggnader och industriell tillverkning som finns nu antas finnas även i fortsättningen. I industrin beaktas vissa möjligheter till värmeåtervinning men värmebehoven minskas inte i övrigt genom effekti-viseringsåtgärder utan scenarierna syftar till att visa betydelsen av val av uppvärmningsform.

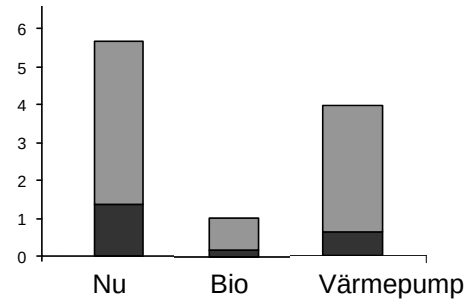
Vid konvertering till pelletspannor skulle biobränsleanvändningen bli fyra gånger så stor som idag (figur 3.2). Elanvändningen minskar med 80%. Mer än 95% av oljan ersätts och gasolförbränningen halveras. Störst potential för konvertering till pellets finns i industrin och småhusen (omkring 27 GWh/år i vardera sektorn). En hel del värmeförsörjning i privata lokaler (övriga tjänster) kan övergå till pellets (ca 12 GWh/år). I offentliga lokaler och flerbostadshus finns en del elvärme som kan konverteras.



Figur 3.2. Användning av olika energibärare för värmeproduktion i Vingåker i pelletsscenariet

Koldioxidutsläppen orsakade av värmeproduktionen delade med kommunens invånarantal ger CO_2-utsläppen per invånare (figur 3.3). De lokala CO_2-utsläppen är nu 1 400 kg per invånare och år och med hänsyn till kolkondensproduktion är de 5 700 kg/inv,år för hela kommunen. Koldioxidutsläppen är mycket lägre vid maximal konvertering till pelletspannor (figur 3.3) och domineras av fossila bränslen för industriella tillverkningsprocesser och el för värmepumpar och fritidshus. De lokala utsläppen är omkring 1 800 ton per år och de totala utsläppen för att täcka värmebehoven, om elproduktion i kolkondenskraftverk räknas in (avsnitt 1.7), runt 9 300 ton/år vilket motsvarar 200 respektive 1 000 kg per invånare och år. En hållbar total nivå, inklusive annan elanvändning och trafik, är omkring 3 000 kg koldioxid per person och år[65].

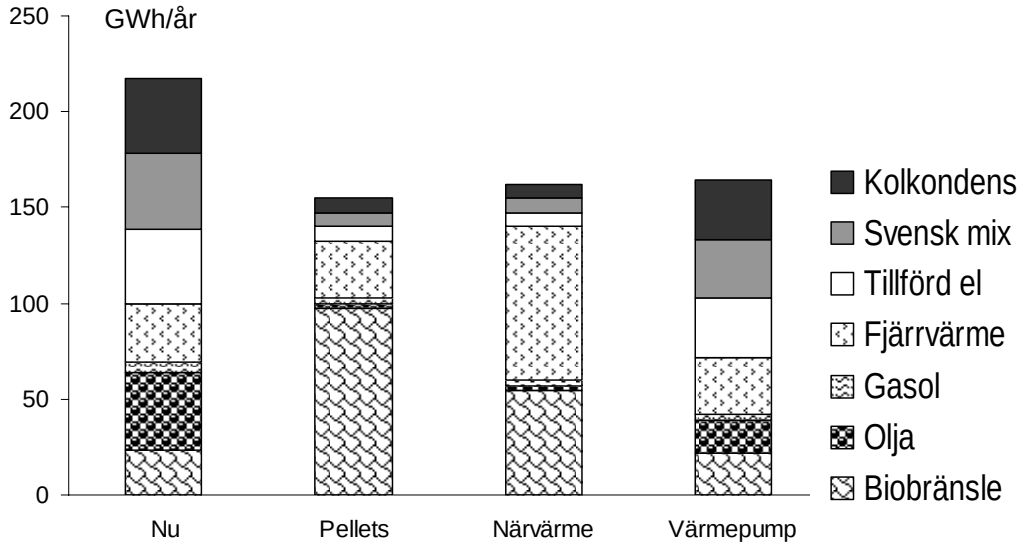
[65] IPCC 2001, Azar och Lindgren



Figur 3.3. Koldioxidutsläpp (ton) per invånare och år för Vingåkers kommun från lokal förbränning av fossila bränslen (under) och elproduktion i kolkondenskraftverk (över) för att tillgodose värmebehov nu och vid maximal konvertering till biobränsle respektive värmepumpar

Konvertering till fjärrvärme ger i princip samma användning av energibärare och koldioxidutsläpp som pelletsscenariet men några procent olja antas behövas i alla närvärmesystem. Byggnader med värmepumpar eller biobränslepannor räknas inte in i värmeunderlaget för närvärmenäten (jmf avsnitt 3.6.4).

Värmepumpsscenariet är väsensskilt från de båda andra fallen. Eltillförseln är lägre än nu och den totala energitillförseln till Vingåker är lägre än i de andra scenarierna eftersom värmepumparna tar 2/3 av den producerade värmen ur marken men sett ur ett helhetsperspektiv där elanvändningen ökar driften av koleldade kondenskraftverk blir primärenergibehovet något större än i de andra fallen (figur 3.4). Olja används för industriprocesser som kräver högtemperatur-värme. De lokala CO_2-utsläppen är 600 kg per invånare och år och inräknat el från kolkondenskraftverk 4 000 kg/inv,år (figur 3.3).



Figur 3.4. Primärenergibehov för att täcka värmebehoven i Vingåker nu och i tre scenarier

I figur 3.4 har elen delats upp i tre lika stora delar där den undre tredjedelen är den mängd el som tillförs till Vingåker, den mittersta tredjedelen är det primärenergi-behov som tillkommer när man betraktar svensk elproduktion där värme spills vid

kärnkraftverken och den översta tredjedelen är det ytterligare primärenergibehov som uppstår om elen anses härröra från koleldade kondenskraftverk där två tredjedelar av bränsleenergin spills (avsnitt 1.4, 1.7).

3.3 Värmehushållning

Effektiviseringsåtgärder leder till minskad energianvändning. Effektivisering av värmeanvändningen kan bidra till ett hållbart energisystem i en kommun. Värmebehov kan minskas genom bl.a. tilläggsisolering. I industrier är värmeåtervinning ofta möjligt. I praktiken är det sällan lönsamt att åtgärda byggnader enbart av energiskäl men när renovering ändå görs är ofta tilläggisolering och andra energihushållningsåtgärder lämpliga[66].

Värmebehov bör i första hand minskas i hus som inte har fjärrvärme eller där fjärrvärmen produceras på ett ofördelaktigt sätt. Värdet av värmehushållning i hus med fjärrvärme, med hänsyn till ekonomi, miljö och andra resurser, beror på när och hur en åtgärd påverkar värmebehovet och på vilket sätt fjärrvärmen produceras när åtgärden verkar (jmf avsnitt 3.4.7, 3.6.2).

I hyrda lokaler och lägenheter kan värmekostnaden, och ibland även elkostnaden, ingå som ett schablonbelopp i hyran vilket gör att varken hyresgäster eller fastighetsägare har något incitament att minska energianvändningen. En hyresgäst kan inte minska sin energikostnad och ägaren för bara kostnaden vidare till hyresgästerna.

3.3.1 Solna

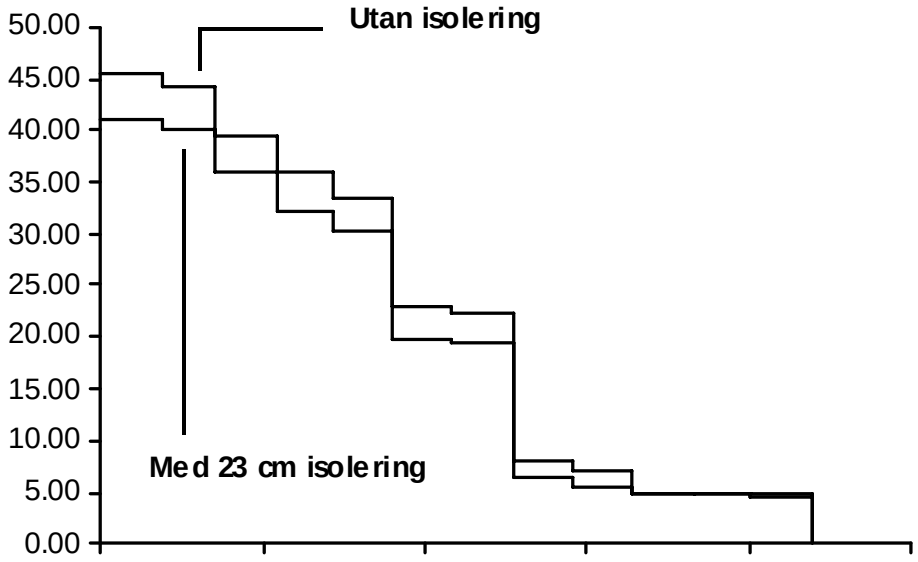
I Solna studerades nio statliga, kommunala och privata byggnader av varierande ålder som innehåller bl.a. kontor, affärer, hyreslägenheter och bostadsrättsföreningar[67]. Ett antal energihushållningsåtgärder beaktades: tilläggsisolering av ytterväggar, vindsbjälklag och källare, byte till treglasfönster utan eller med lågemissionsskikt samt installation av frånluftsvärmepumpar och solpaneler.

Åtgärdernas livscykelkostnader och inverkan på värmebehovet analyserades med OPERA, en energimodell för byggnader (Gustafsson och Karlsson 1989), som beräknade minskningen av toppeffekten samt reduktionen av värmebehovet under olika månader. Samspelet mellan energihushållningsåtgärderna och fjärrvärmeproduktionen studerades med energisystemmodellen MODEST (avsnitt 3.5), bl.a. med ett tänkbart kraftvärmeverk. Åtgärder som ger lönsamhet åt såväl slutanvändare som energileverantör kan antas bidra till ett uthålligt energisystem. I flera nybyggda eller nyligen renoverade hus var inga åtgärder lönsamma.

I ett hus med dåligt isolerad vind är det lämpligt att anbringa cirka 25 cm extra isolering på vindsbjälklaget. Det skulle både minska uppvärmningskostnaden för

[66] Jmf Gustafsson (2000)
[67] Gebremedhin, A, Glad, W och Gustafsson, S-I (2004), Henning m.fl. (2005)

husägaren och värmeproduktionskostnaden för fjärrvärmeleverantören i Solna. Figur 3.5 visar husets värmebehov utan och med isoleringen beräknat med OPERA-modellen. Varje trappsteg i figur 3.5 visar det genomsnittliga värmeeffektbehovet under en månad. Den kallaste månaden med störst värmebehov är längst till vänster och de varma sommarmånaderna till höger. Under vintern minskar tilläggsisoleringen värmebehovet med omkring 10%.



Figur 3.5. Värmeeffektbehov (kW) för ett hus i Solna utan och med vindsisolering, månadsmedelvärden i storleksordning

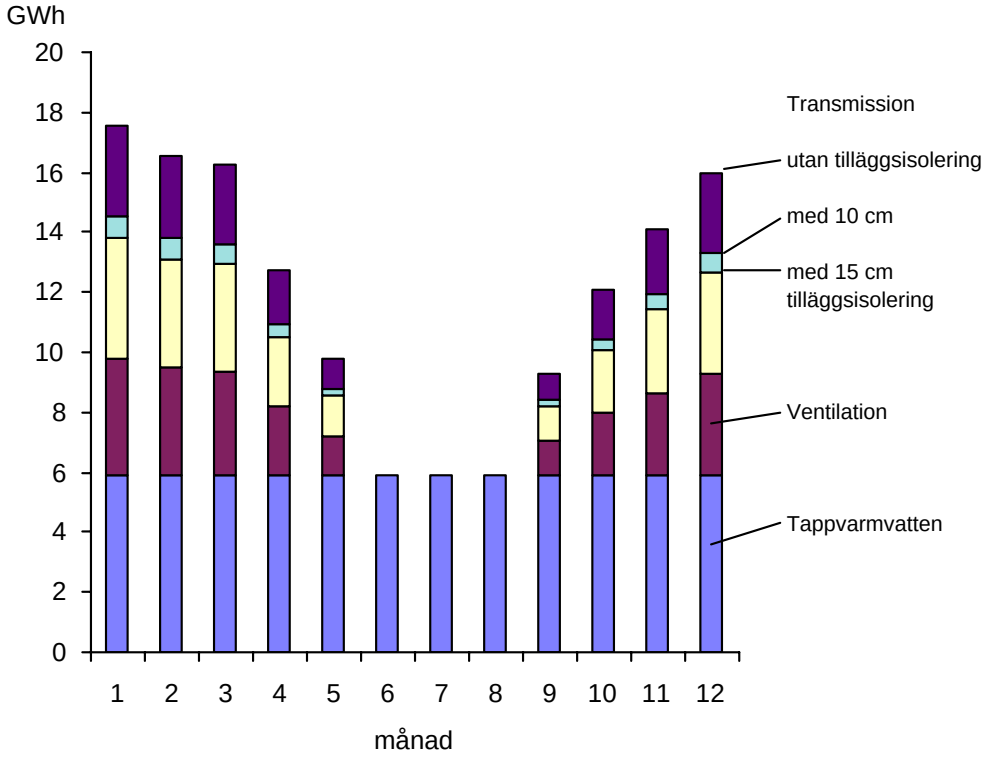
Om ytterväggarna på ett hus är dåligt isolerade bör man lägga på 10-15 cm isolering nästa gång fasaden renoveras. Tvåglasfönster som behöver åtgärdas bör ersättas av treglasfönster som släpper ut mindre värme. Sådana åtgärder minskar behovet av dyr fjärrvärmeproduktion på vintern i Solna. Installation av solfångare eller frånluftsvärmepump kan med nuvarande fjärrvärmepris vara lönsamt för fastighetsägare men är inte fördelaktigt ur fjärrvärmebolagets synvinkel (jmf avsnitt 3.6.2). Frånluftsvärmepumpar ökar dessutom elförbrukningen.

Fjärrvärmebolaget har slutit avtal med fastighetsägare om laststyrning av fjärrvärme där uppvärmningen minskas då fjärrvärmeanvändningen i ett hus närmar sig en viss nivå. Inomhustemperaturen hinner inte sjunka märkbart innan värmen kommer tillbaka.

I en del studerade hus var uppvärmning och komfortkyla igång samtidigt. Kylanläggningar är ofta i drift även då det är mycket kallt ute och man skulle kunna kyla med kall uteluft (frikyla). I en nyrenoverad kontorsbyggnad stängs både värme och kyla av automatiskt om fönstret öppnas. Ventilation bör stängas av genom tids- eller närvarostyrning då lokaler inte används, vilket minskar både förbrukningen av driftel och bortförandet av värme ur byggnaden.

3.3.2 Ulricehamn

Inverkan av tilläggsisolering av fasader och vindsbjälklag samt byte till fönster med lägre värmeläckage beräknades för bostäder i Ulricehamn[68]. Figur 3.6 visar hur värmebehovet i Ulricehamns bostäder beräknas variera mellan årets månader. Värmeförlusterna p.g.a. transmission (värmeläckage) genom väggar, tak och golv samt ventilation beror av utomhustemperaturen och är därför större på vintern. Under juni, juli och augusti antas ingen uppvärmning behövas.



Figur 3.6. Värmebehovet i Ulricehamns bostäder och hur det kan påverkas

Det har beräknats hur värmebehovet i Ulricehamns bostäder kan reduceras genom tilläggisolering och byte av fönster (figur 3.6). En hel stapel representerar det ursprungliga värmebehovet. De tre översta segmenten beskriver påverkan av extra isolering i tak och vägg samt byte till lågemitterande treglasfönster i alla bostäder. Om tilläggisoleringen är 10 cm tjock kan värmebehovet i det översta segmentet elimineras. Om den extra isoleringen är 15 cm och de nya fönstren argonfyllda kan också uppvärmningsbehovet i det andra segmentet undvikas. Men även med dessa åtgärder uppstår transmissionsförlusterna i det tredje fältet. Värmebehovet p.g.a. ventilation är opåverkat. I avsnitt 3.6.3 beskrivs hur åtgärderna skulle påverka fjärrvärmetillförseln.

[68] Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004)

3.4 Fjärrvärme

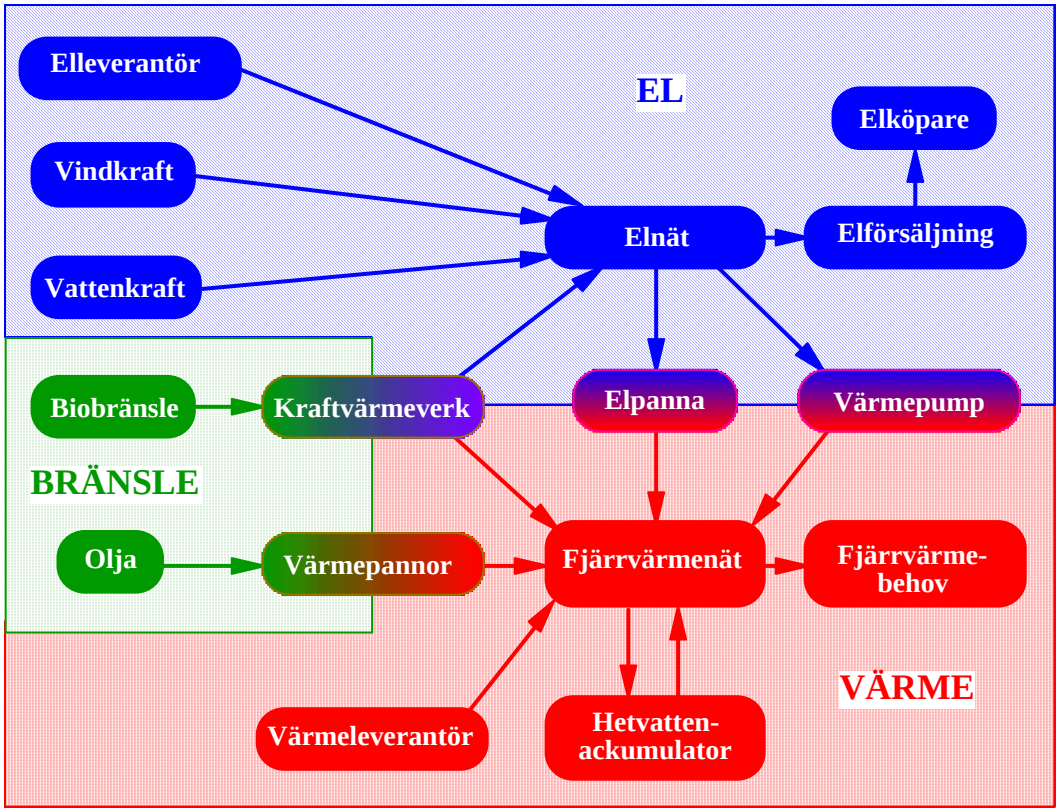
Fjärrvärme finns i nästan alla svenska städer och de flesta andra större orter[69]. Fjärrvärmesystemen försörjer i första hand flerbostadshus och lokaler men allt fler villaområden ansluts till fjärrvärmenät. Bara en liten andel av fjärrvärmen används av industrier[70].

Fjärrvärmesystem kan göra att mindre förädlade, och därför billigare, bränslen kan förbrännas i stora pannor som sköts av professionell driftspersonal och har hög verkningsgrad och små utsläpp av skadliga ämnen. En större gemensam inrättning är oftast mer energieffektiv än många mindre enskilda anläggningar. Fjärrvärme kan också upplevas som bekvämare av konsumenterna än egna pannor.

Figur 3.7 visar de flesta typer av anläggningar som finns hos lokala energibolag som levererar el och fjärrvärme. Företaget kan köpa el utifrån och det kan ha vind- och vattenkraftverk. Elen går via elnätet till konsumenterna. En del bolag har kraftvärmeverk som producerar både el och värme. Elen kan säljas till egna kunder eller på elmarknaden. Det finns i regel värmepannor som producerar hetvatten och energiföretaget kan köpa värme från t.ex. en industri. El kan användas för att producera värme i elpannor eller värmepumpar. En hetvatten-ackumulator kan utnyttjas för att jämna ut variationer i värmebehovet. Värmen går sedan via fjärrvärmenätet ut till konsumenterna.

Svensk fjärrvärme produceras till ungefär en tredjedel med trädbränsle, en tredjedel med avfall, industriell spillvärme och värmepumpar samt resten med olja, kol, torv, gas och elpannor[71]. De kommuner som ingår i uthålligkommun-programmet är mycket olika beträffande fjärrvärmeproduktionen. I avsnitt 3.6 presenteras analyser av kommunernas fjärrvärmeförsörjning. Där illustreras de flesta företeelser som nämns i följande avsnitt.

[69] Jmf www.svenskfjarrvarme.se
[70] Energimyndigheten 2004
[71] www.svenskfjarrvarme.se



Figur 3.7. De flesta typer av anläggningar för fjärrvärme- och eltillförsel som normalt finns i en kommun. (Bränslena är bara exempel.)

3.4.1 Anläggningar som producerar mycket fjärrvärme

Fjärrvärme har en viktig roll i energiförsörjningen genom att ta tillvara värmeresurser som vore svåra att utnyttja på annat sätt, t.ex. spillvärme från industrier och värme från förbränning av avfall. Fjärrvärmesystemen möjliggör också kraftvärmeproduktion. Värme av låg temperatur (i t.ex. avloppsvatten) kan användas för att producera fjärrvärme med hjälp av en värmepump.

Spillvärme från industrier utnyttjas för fjärrvärmeleveranser på många orter. En värmeleverantörs (figur 3.7) tillgång på värme kan variera både under dygnet, veckan och året. I Ulricehamn används spillvärme från pelletstillverkning till att täcka fjärrvärmebehovet året runt utom mitt i sommaren[72]. Örnsköldsviks fjärrvärme erhålls delvis ur ånga som köps från en industri till ett tidsberoende pris[73]. Spillvärme kan ha tillräcklig temperatur för att ensam producera fjärrvärme eller en lägre temperatur som behöver kompletteras av annan energitillförsel för att fjärrvärmetemperatur ska erhållas. Värmeöverskott kan också användas internt inom industrin till uppvärmning, tappvarmvatten eller tillverkningsprocesser. Förutom spillvärme kan industrier även ha billigt bränsle som uppstår som en biprodukt vid tillverkningen och ledig pannkapacitet med vars hjälp de producerar värme som säljs till fjärrvärmebolaget. I Ulricehamn kompletterar

[72] Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004)
[73] Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004)

spillvärmeleverantören värmeproduktionen under vintern med en biobränsle-panna. Några av de företag som studerats (kapitel 4) skulle kunna bli leverantörer av värme till fjärrvärmenätet, t.ex. Specialsnickerier i Vingåker. Genom samarbete kan industri- och energiföretag dra ömsesidig nytta av att utnyttja dessa energiresurser. Det kan även vara till gagn för konsumenterna genom lägre fjärrvärmetaxa.

Förbränning av avfall ökar eftersom det är förbjudet att deponera brännbart avfall[74]. Det råder även viss brist på anläggningar som kan ta emot avfall för förbränning[75]. Borås Energi har nyligen byggt nya avfallspannor[76] och Övik Energi har övervägt att bygga en värmepanna (figur 3.7) eldad med avfall, vilket speglas i analysen av Örnsköldsvik.

Det är effektivt att generera el i ett kraftvärmeverk (figur 3.7) där el och värme kan produceras samtidigt om det går att få avsättning för värmen i t.ex. ett fjärrvärmesystem. I Borås står ett kraftvärmeverk som eldas med biobränsle och avfall för huvuddelen av fjärrvärmeproduktionen. I Örnsköldsvik planerar man att bygga ett biobränsleeldat kraftvärmeverk och studien av Solna illustrerar att det skulle vara lönsamt att ha ett kraftvärmeverk som täcker en stor del av fjärrvärme-behovet[77].

I en del fjärrvärmesystem finns stora värmepumpar (figur 3.7) som uppgraderar lågtemperaturvärme i t.ex. industriellt spillvatten till fjärrvärmetemperatur. Värmepumpar är en fjärde typ av anläggning som används till att täcka baslasten i fjärrvärmesystem. I Solna och Örnsköldsvik står värmepumpar nu för omkring hälften av fjärrvärmeproduktionen.

Ett fjärrvärmesystem kan fungera som en värmesänka, d.v.s. det kan utnyttjas för att ta tillvara olika former av värmeöverskott t.ex. från spillvärme eller avfalls-förbränning. Fjärrvärmebehovet kan därför ses som en resurs som gör bl.a. kraftvärmeproduktion möjlig och benämns då värmeunderlag. På en del håll kan det emellertid bli konkurrens om fjärrvärmesystemet som värmesänka mellan avfallsförbränning, industriell spillvärme och kraftvärme samt eventuellt värmepumpar[78]. Alla dessa värmekällor används oftast för att täcka baslasten av värme, d.v.s. främst tappvarmvattenbehovet som finns hela året men även uppvärmningsbehov som finns under en stor del av året. Baslastproduktionen varierar mellan de studerade orterna (tabell 3.3). Baslasten täcks i Borås av kraftvärme (figur 3.8), i Örnsköldsvik och Solna av värmepumpar (figur 3.9) och i Ulricehamn av spillvärme (figur 3.10).

[74] Miljödepartementet (2001)
[75] Renhållningsverksföreningen (2004)
[76] Gebremedhin, A och Palm, J (2005)
[77] Gebremedhin, A, Glad, W och Gustafsson, S-I (2004)
[78] Jmf Holmgren 2006

Tabell 3.3. Fjärrvärmeproduktion på de olika orterna

Ort	Nuvarande baslastproduktion
Borås	Kraftvärme, avfall och biobränsle
Solna	Värmepump
Ulricehamn	Spillvärme
Vingåker	Hetvattenpanna, biobränsle
Örnsköldsvik	Värmepump

3.4.2 Värmeproduktionskostnader

Energikostnaden avgör oftast vilken värmekälla som används i första hand. Om man rangordnar värmeproduktionskostnaderna är normalt avfallsförbränning billigast följt i tur och ordning av spillvärmeleveranser, kraftvärmeproduktion och värmepumpar. Eftersom avfall normalt inte får läggas på deponi (soptipp) och det finns en deponiskatt för avfall som deponeras[79] kan fjärrvärmeföretag som tar emot avfall för förbränning också ta betalt för att ta hand om avfallet. Avfall är ett förhållandevis svårhanterligt bränsle som medför höga drifts- och underhållskostnader men avfallsförbränningen innebär ändå normalt en nettointäkt för energibolaget och avfall används därför i första hand för att täcka fjärrvärmebehovet.

Priset på spillvärme är en ren förhandlingsfråga mellan leverantören, oftast ett industriföretag, och köparen fjärrvärmebolaget. Prisnivån styrs av kostnaderna för att producera fjärrvärme på annat sätt och även av leverantörens kostnader. Priset kan därför variera mellan olika fjärrvärmesystem.

Kostnaden för värmen från ett kraftvärmeverk styrs inte enbart av bränslekostnaden samt drift- och underhållskostnaderna utan även av vilken intäkt som kan erhållas vid försäljning av elen som genereras. Intäkten från elförsäljningen sänker värmeproduktionskostnaden och tillgodoräknas kraftvärmeverket i valet mellan olika anläggningar i en driftsituation[80]. Elen kan säljas till energibolagets egna kunder eller på elmarknaden. De egna kundernas elbehov är för det mesta mycket större än kraftvärmeverkets produktion och lejonparten av elen som ska levereras måste därför köpas utifrån. Den nordiska elbörsen Nordpool[81] är den dominerande handelsplatsen på den nordiska elmarknaden och prisnivåerna där kan därför användas vid bedömning av lönsamheten för kraftvärmeproduktion. I analyserna för Borås, Örnsköldsvik och Solna användes det genomsnittliga spotpriset på Nordpool för olika tider under året.

Värme från värmepumpar konkurrerar i viss mån om täckandet av värmebehovet med spillvärme, kraftvärme och avfallsförbränning men är normalt dyrare än värme från dessa tre värmekällor. Ibland får energibolaget betala en mindre avgift för att ta värme ur t.ex. avloppsvatten. Övik Energi betalar exempelvis för Domsjö

[79] Finansdepartementet (2005)
[80] Frederiksen och Werner (1993), Sjödin och Henning (2004)
[81] www.nordpool.com

fabrikers spillvärme av låg temperatur som de utnyttjar i sina värmepumpar. Örnsköldsvik planerar emellertid att ta värmepumparna ur drift och bygga ett nytt biobränsleeldat kraftvärmeverk som skulle stå för baslastproduktionen. Den stora driftkostnaden för värmepumpar är emellertid den el som används för att driva värmepumparna. Värmepumparna kan därför komma till en sorts omvänd användning jämfört med kraftvärmeverk. När elpriset är lågt kan det vara lönsamt att ha värmepumpar igång och när elpriset är högt lönar sig ofta kraftvärmeproduktion. De stigande elpriserna och koldioxidutsläppen från kolkondenskraftverk (avsnitt 1.7) gör emellertid att värmepumpar knappast har framtiden för sig.

Ibland avgör emellertid inte bara priset valet av värmekälla utan det kan finnas avtal där ett fjärrvärmebolag åtar sig att köpa en viss mängd spillvärme per år eller att inte använda sina egna anläggningar om inte värmeleveransen har en viss effekt.

En ny anläggning dimensioneras genom en avvägning mellan investeringskostnaden och hur anläggningen minskar de rörliga värmeproduktionskostnaderna[82]. Ju större investeringskostnaden är ju längre drifttid behövs för att anläggningen ska vara lönsam. Kostnaden per enhet installerad effekt är högre ju mindre anläggningen är. Beräkningsprogram är ofta till stor hjälp vid dimensioneringen (avsnitt 3.5, 3.6.4, 3.6.5).

Kraftvärmeverk är tunga anläggningar som kräver en lång drifttid för att billigare värmeproduktion och intäkter från elförsäljning ska uppväga investeringskostnaden. Avfallsförbränningsanläggningar kräver också stora investeringar men ger sedan en intäkt vid omhändertagandet av avfall. I Örnsköldsvik skulle en avfallspanna kunna sänka den genomsnittliga värmeproduktionskostnaden något jämfört med att enbart bygga ett kraftvärmeverk.

3.4.3 Konkurrens mellan värmekällor

Konkurrens mellan värmekällor illustreras bl.a. av fallet Örnsköldsvik där byggandet av en avfallseldad panna skulle minska el- och värmeproduktionen i ett biobränsleeldat kraftvärmeverk eftersom det innebär en intäkt att ta emot avfallet och det därför eldas i första hand. Värmeunderlaget för kraftvärmeproduktion minskar och därmed mängden producerad el som kan ersätta el från kolkondenskraftverk och bidra till minskade koldioxidutsläpp.

Avfall kan även användas som bränsle i ett kraftvärmeverk men ger då normalt ett lägre utbyte av produktion än om biobränsle används. Det behövs alltså ett större värmeunderlag för att få fram en viss mängd el. Därmed behövs även ett större fjärrvärmesystem för att en turbin för elgenerering ska vara lönsam. I Borås står inte avfallsförbränning och kraftvärmeproduktion i motsatsställning till varandra eftersom både biobränsle och avfall eldas i kraftvärmeverket.

[82] Frederiksen och Werner (1993)

Borås Energi har även värmepumpar som dock inte används så mycket längre eftersom där nu finns ett kraftvärmeverk. I Solna skulle fjärrvärmeproduktionen kunna domineras av biobränsle i ett nytt kraftvärmeverk och träpulverpannor om värmepumparna togs ur drift.

3.4.4 Andra anläggningar för fjärrvärmeproduktion

I mindre fjärrvärmenät där det inte finns spillvärme och som är för små för att kraftvärmeverk och avfallspannor ska vara lönsamma täcks ofta baslasten av biobränsleeldade hetvattenpannor som enbart producerar värme (värmepannor, jmf figur 3.7). Det är fallet i den minsta kommunen i uthålligkommunprogrammet – Vingåker (tabell 3.3). Även i Örnsköldsvik täcker en biopanna en del av baslasten. Biobränsleeldade hetvattenpannor har normalt hög verkningsgrad. I större nät tjänar hetvattenpannor ofta som komplement som täcker de högre värmebehoven under vintern. På det viset används nu träpulver och tallbecksolja i Solna och annat biobränsle i Ulricehamn och Örnsköldsvik. Vissa anläggningar kan användas både för kraftvärmeproduktion och enbart värmeproduktion, t.ex. Borås kraftvärmeverk. Driftsättet styrs då av intäkten från försäljning av producerad el och kostnaden för att producera värme på annat sätt.

Under sommaren kan värmebehovet vara så litet att en baslastanläggning inte kan producera en så liten värmeeffekt på ett tekniskt och ekonomiskt rimligt sätt. Anläggningen kan även behöva ställas av för underhåll vilket är mest lämpligt då värmebehovet är lågt. Spillvärme kan vara otillgängligt p.g.a. semester. Under sådana perioder täcker ofta en biobränsleeldad hetvattenpanna fjärrvärmebehovet, bl.a. i Ulricehamn.

Många fjärrvärmebolag (bl.a. Borås, Örnsköldsvik) har elpannor (figur 3.7) som nu kan vara det billigaste alternativet under tidsperioder då elpriset är lågt t.ex. på sommaren i Solna.

I nästan alla fjärrvärmesystem finns dessutom oljepannor (värmepannor, figur 3.7) som täcker de höga värmebehoven under de kallaste vinterdagarna. Av ekonomiska skäl dimensionerar man normalt inte en biobränslepanna i ett fjärrvärmesystem så att den täcker de högsta effekttopparna. Oljan ger dyr och koldioxidalstrande värme men det skulle vara mycket resurskrävande att bygga t.ex. träfliseldade pannor som endast skulle användas några få dagar om året. Delvis skulle dock toppbehoven kunna täckas av pelletseldade pannor vilket sker i Ulricehamn.

3.4.5 Ökat värmebehov

I stora fjärrvärmenät kan olika energiresurser, såsom spillvärme, kraftvärme, värmepumpar och avfallsförbränning, komplettera varandra. Att öka fjärrvärmeunderlaget genom att binda samman olika mindre fjärrvärmenät kan därför ofta vara värdefullt för att bättre kunna utnyttja energiresurser eller möjliggöra fördelaktig värme- eller kraftvärmeproduktion. Om det är möjligt beror bl.a. på befintliga värmeproduktionsanläggningar och avståndet mellan näten.

I Ulricehamn har ett litet nät knutits ihop med det centrala nätet. I Örnsköldsvik planerar energibolaget att knyta samman en mindre ort med stadens fjärrvärmenät när man har utökat värmeproduktionskapaciteten i staden. Fjärrvärmenätet i Solna hänger ihop med näten i flera kringliggande kommuner och samordningsvinster kan uppnås genom att köpa och sälja värme mellan fjärrvärmeföretagen.

Fjärrvärmesystem kan också byggas ut genom att ansluta nya kunder, t.ex. i villaområden som tidigare ansetts för dyra att försörja med fjärrvärme med hänsyn till den lägre värmetätheten, d.v.s. värmebehovet per kvadratmeter markyta[83]. Distributionsförlusterna är dock normalt större i områden där det är glesare mellan husen och det därför levereras mindre värme per meter kulvert som ligger i gatan. Många villaägare installerar nu värmepumpar, även i områden där husen skulle kunna anslutas till ett fjärrvärmenät. Byggnader med nya värmepumpar eller pelletspannor kan därför räknas inte in i det nu tillgängliga värmeunderlaget eller värmetätheten för utbyggnad av fjärrvärmenäten. I områden där fjärrvärmenät byggs inom några år kan fjärrvärmeföretaget sälja värme från t.ex. pelletspannor för fjärrvärmetaxa för att försäkra sig om att inte förlora framtida fjärrvärmekunder.

Övik Energi har omfattande planer på att bygga ut fjärrvärmenätet i första hand till villor. I Ulricehamn torde det finnas goda möjligheter till anslutning av allmänna och privata bostäder och lokaler om värmetillförselkapaciteten säkerställs. I studien av Vingåkers värmeförsörjning kvantifieras möjligheterna att bygga ut fjärrvärmenätet framförallt till centralortens villor men även att försörja olika konsumenter med närvärme på kommunens mindre orter (avsnitt 3.2.1). Solnas fjärrvärmenät kan däremot knappast expandera mer då de allra flesta byggnader i kommunen redan är anslutna.

3.4.6 Fjärrvärme till industrier och för kylning

Fjärrvärme kan även ersätta el eller bränsle för värmeproduktion i industrier. Där kan lönsamheten vara större än för villaområden eftersom det är större enheter som ansluts. I de omfattande studierna av industriföretag i Borås, Ulricehamn, Vingåker och Örnsköldsvik beräknas möjligheterna att ansluta industrier till befintliga fjärrvärmenät (kapitel 4). Fjärrvärmen kan användas i stället för el och fossila bränslen till uppvärmning och tappvarmvatten men även för tillverknings-processer där dess temperatur är tillräcklig. I Borås kan exempelvis de flesta av de tio studerade industrierna anslutas till ett fjärrvärmenät, med ett genomsnittligt årligt värmebehov om 400 MWh. En baslastanläggning kan emellertid vara fullt utnyttjad med befintligt värmebehov och om nya anläggningar inte byggs får tillkommande last till en början tillgodoses av en anläggning som är något dyrare i drift än baslastanläggningen, ofta ren värmeproduktion som boråsstudien illustrerar. Ytterligare ökat värmebehov gör förmodligen en utbyggnad av baslastkapaciteten lönsam.

[83] jmf avsnitt 3.1.2, www.varmegles.com

Ett fjärrvärmebehov består huvudsakligen av dels behov av tappvarmvatten som är ganska konstant under året och dels uppvärmning som varierar kraftigt mellan årstiderna. I analysen för Ulricehamn beskrivs hur fjärrvärmeleveranser till industrier varierar i tiden. Värmebehovet är mer jämnt spritt över året än det totala fjärrvärmebehovet eftersom det bara delvis beror på utomhusklimatet och delvis på tillverkningsprocesser. Genom att ansluta fler industrier där fjärrvärmen delvis används i tillverkningsprocesser kan den årligen levererade energimängden ökas mer än vad toppeffekten ökar. Därmed skulle baslastanläggningar kunna utnyttjas mera utan att topplastproduktionen (oftast oljepannor) behöver öka så mycket. I Ulricehamn täcks baslasten av spillvärme som nu inte kan utnyttjas till fullo under hela året. Värmeleveranser kan alltså ske både från och till industrier.

Fjärrvärmeefterfrågan kan också öka genom installation av absorptionskyla där fjärrvärme används för att producera kyla i första hand för kylning av lokaler. Det kan då ersätta eldrivna kompressorkylmaskiner och därmed minska elbehovet. Det förutsätter att fjärrvärme kan produceras till låg kostnad genom t.ex. spillvärme, avfallsförbränning eller kraftvärmeproduktion som ger en god intäkt från elförsäljning samt att den låga kostnaden även förmedlas till kunden genom en låg fjärrvärmetaxa. I Borås används värme från avfallsförbränning för kylproduktion. Fjärrvärmedriven absorptionskyla skulle kunna införas hos bl.a. företagen Ellos och Boråstapeter. I Örnsköldsvik utnyttjas s k frikyla i form av kallt havsvatten.

3.4.7 Minskat värmebehov

All fjärrvärme kan emellertid inte produceras i ekonomiskt och miljömässigt fördelaktiga baslastanläggningar. Särskilt på vintern när uppvärmningsbehoven är stora behöver anläggningar användas som är dyra i drift och kanske ger stora utsläpp av bl.a. koldioxid. Fjärrvärmebehoven ska därför inte vara större än nödvändigt.

Uppvärmningsbehov kan minskas genom tilläggisolering av ytterväggar, vindar och golv samt byte till fönster som släpper ut mindre värme (avsnitt 3.3). Dessa åtgärder gör större verkan ju större temperaturskillnaden är mellan inomhus och utomhus och de minskar därför värmebehovet mer ju kallare det är ute. Det innebär att sådana värmehushållningsåtgärder minskar behovet av dyra topplast-anläggningar men inte påverkar driften av baslastanläggningar så mycket.
I Ulricehamn skulle sådana åtgärder göra att spillvärmen kunde stå för en större andel av värmetillförseln och fler kunder kunde anslutas utan att öka leverans-kapaciteten. I Solna skulle särskilt tilläggsisolering av väggar minska kostnaderna för att tillgodose fjärrvärmebehovet eftersom mindre olja skulle behövas under kalla vinterdagar. Sådana energihushållningsåtgärder skulle inte minska värme-underlaget och lönsamheten för ett framtida kraftvärmeverk i Solna. Fjärrvärme-kunder som installerar solvärme köper däremot mindre värme på sommaren och minskar därmed driften av baslastanläggningar vilket ofta är till nackdel för energibolaget. Genom att låta fjärrvärmepriset variera under året sänder fjärrvärmebolaget i bl.a. Solna en signal till kunderna om vilka åtgärder som är önskvärda ur värmeleverantörens synvinkel (jmf Sjödin och Henning 2004).

3.4.8 Samverkan industri – energibolag

Samarbete mellan fjärrvärmebolag och industriföretag kan förbättra förutsättningarna för kraftvärmeproduktion. Synergieffekter kan uppstå om en kraftvärmeanläggning både kan leverera värme till ett fjärrvärmenät och ånga till en industri. Den årliga drifttiden är i regel längre för anläggningar i industrier än i fjärrvärmesystem. De tunga investeringskostnaderna för ett kraftvärmeverk kan därför bäras både av fjärrvärmeverksamheten, ångförsörjningen och ökade intäkter från elförsäljning. Sådana samarbetsprojekt kan därmed öka svensk elproduktion genom kraftvärme. Hur verksamheten organiseras kan vara väsentligt för att förverkliga möjligheterna till sådan effektiv elproduktion.

I Örnsköldsvik har energibolaget köpt energianläggningar som tidigare tillhörde en industri och använder nu pannorna för att producera ånga som levereras till industrin. Här avser man också att bygga ett kraftvärmeverk som både producerar fjärrvärme och levererar ånga till industrin. Drifttiden förlängs genom samproduktion av fjärrvärme och industriånga vilket gör ett större kraftvärmeverk lönsamt. Örnsköldsviksstudien är ett exempel på hur systemanalys kan användas för att få fram fördelaktiga kombinationer av anläggningar som producerar el, ånga och värme.

3.4.9 Fjärrvärme och kraftvärme på en europeisk elmarknad

Kraftvärmeverk har högre total verkningsgrad än kondenskraftverk som är de dominerade kraftverken i Europa. En ökad produktion av svensk kraftvärme kan minska driften av koleldade kondenskraftverk på kontinenten och därmed bidra till att minska koldioxidutsläppen (avsnitt 1.7). Sverige har goda förutsättningar för ökad kraftvärmeproduktion eftersom det finns fjärrvärmenät i de flesta större svenska orter. För Borås har ökad kraftvärmeproduktion genom installation av en ny turbin studerats. I Ulricehamn torde det vara mer fördelaktigt att utnyttja den lokalt tillgängliga energiresursen spillvärme. I Vingåker skulle möjligen en kraftvärmeanläggning som ger ett par megawatt el kunna byggas om man finner det lönsamt.

Kraftvärmeproduktion blir mer lönsam med de högre elpriser som integrationen av europeiska elmarknader torde medföra (avsnitt 1.7.2). Fjärrvärmeunderlaget blir då en mer värdefull resurs som bör utnyttjas. Elvärme blir samtidigt dyrare, vilket stärker fjärrvärmens konkurrenssituation och kan ge nya fjärrvärmekunder i industrier, lokaler och bostäder. Fjärrvärmeproduktion i elpannor minskar. Högre elpriser torde också leda till att fjärrvärmeproduktion i stora värmepumpar minskar. Då ökar möjligheterna till ytterligare kraftvärmeproduktion som i Solna.

Med ett stort kraftvärmeverk kan fjärrvärmesystemet i Örnsköldsvik bidra till en sänkning av koldioxidutsläppen med 140 000 ton per år. Även i Solna skulle ett biobränsleeldat kraftvärmeverk medföra att fjärrvärmeförsörjningen innebär en nettosänkning av koldioxidutsläppen.

3.5 MODEST: en optimeringsmodell för energisystem

I energisystemanalyserna behandlades hur den framtida fjärrvärmeförsörjningen kan se ut i de studerade kommunerna samt ekonomiska och miljömässiga effekter av t.ex. kraftvärmeproduktion. Lämpliga nya anläggningar, driftstrategier och bränsleanvändning beräknades. Före analysavsnitten beskrivs här hur teknisk-ekonomisk optimering har använts för att hitta lösningar som ger låga kostnader och utsläpp.

Fjärrvärmesystem i alla fem kommunerna studerades med hjälp av energisystemmodellen MODEST (Henning 1998, 1999, Henning m.fl. 2006). Optimeringar av energisystemen gjordes, vilka innebar en minimering av kostnader för att täcka energibehov och som visade den bästa användningen av olika energibärare samt befintliga och nya anläggningar.

MODEST kan användas för att beskriva många olika typer av anläggningar. Indata i form av kostnader och tekniska egenskaper för varje anläggning anges, bl.a. maximal uteffekt, utsläppskoefficienter (t.ex. kg CO_2/MWh bränsle) samt avtalade energimängder per år. Många parametrar kan vara tidsberoende på kort och lång sikt. MODEST har ett användarvänligt gränssnitt (Gebremedhin 2003) och består av ett program där energisystemet definieras som gör en indatafil till ett optimeringsprogram (Cplex) som gör själva optimeringen. MODEST plockar ut önskad information ur Cplex' resultatfil som presenteras i tabeller och diagram.

Investeringskostnader för nya anläggningar samt driftskostnader såsom inköp av el och bränsle beaktas i MODEST. Intäkter från elförsäljning och omhändertagande av avfall kan också tas med. Kapitalkostnaderna för befintliga anläggningar tas inte med i beräkningen utan ses som sänkta kostnader som inte kan undvikas.

Nya anläggningar dimensioneras vid optimeringen genom en avvägning mellan deras investeringskostnader och driftkostnaderna för att täcka värmebehovet med den nya anläggningen eller på andra sätt. Ju större en investering är, desto längre årlig drifttid krävs för att den ska vara lönsam. Optimal storlek för ett kraftvärmeverk kan exempelvis bestämmas till 11 MW. Om ytterligare kapacitet skulle ha en drifttid under 4 000 timmar per år, kan det vara för lite för att de minskade värmeproduktionskostnaderna ska uppväga investeringskostnaden.

MODEST har en tidsindelning som speglar effekttoppar samt variationer under dygn och veckor och mellan säsongerna. Tidsberoenden för bl.a. energipriser och energibehov kan beaktas. Ett år delas normalt in i fyra säsonger som i sin tur indelas i ett antal dygnsperioder som representerar olika veckodagar och tider på dygnet (Bilaga 2). För varje dygnsperiod anges en medeleffekt för varje energibehov. Vintern är mer detaljerat beskriven för att ta hänsyn till variationer i värmebehovet under dagen och spegla topplaster. För att återspegla energibehovens beroende av utetemperaturen finns fem ”toppdygn” på vintern då de förväntade maxeffekterna inträffar. Toppdygnen anger vilken tillförselkapacitet

som behövs i systemet. På vintervardagar finns ”topptimmar” som speglar energibehovens variation under dagen. Behovsvariationerna under övriga tider på året är mindre viktiga eftersom baslastanläggningar med låga driftskostnader då oftast kan täcka hela fjärrvärmebehovet. Tidsperioderna är därför längre under april till oktober. I Boråsstudien användes en mer noggrann tidsupplösning där varje månad betraktades för sig.

MODEST har utnyttjats för att analysera el- och fjärrvärmeförsörjningen i omkring 50 kommuner, bl.a. Uppsala, Stockholm, Göteborg, Skövde och Linköping[84]. Studierna av lokala energibolag har normalt ett aktörsperspektiv och rör ofta införande eller utbyggnad av kraftvärmeproduktion, hopkoppling av fjärrvärmenät eller avtal om spillvärmeleveranser. MODEST har använts för att analysera samverkan mellan industrier och lokala energiföretag, förutom i Örnsköldsvik även t.ex. i Borlänge (Sundberg och Sjödin 2003) och Skutskär (Gebremedhin och Moshfegh 2004). Värmeförsörjningen i Jämtlands, Västernorrlands och Östergötlands län har studerats med hjälp av MODEST med fokus på biobränsleutnyttjande, konvertering av uppvärmning samt externa miljökostnader (t.ex. Carlson 2002). MODEST har även utnyttjats för att analysera Sveriges elförsörjning där samspelet mellan eltillförsel och elhushållning belysts ur ett övergripande perspektiv (Karlsson m.fl. 1995, Henning 1999, 2005).

Exempel på frågor i MODEST-analyser:

- Hur stor är den totala kostnaden för energiförsörjningen under olika förutsättningar?
- Bör olja eller biobränsle användas för fjärrvärmeproduktion eller ett avtal om värmeleverans slutas?
- Vilken sorts och hur stort kraftvärmeverk bör byggas och när?
- Hur stora blir CO_2-utsläppen om kraftvärmeverk med olika bränslen införs?
- Hur mycket kan man tjäna på att koppla ihop fjärrvärmenät?

MODEST kan även användas för att beräkna marginalkostnaden för leveranser av fjärrvärme och andra energibärare (kostnaden för att leverera ytterligare en enhet energi). Marginalkostnaden är det teoretiskt korrekta energipriset som ska utgöra en prissignal som idealt gör att kunderna anpassar sin energianvändning till vad som är optimalt ur ett helhetsperspektiv (Sjödin och Henning 2004).

3.6 Analyser av fjärrvärmeförsörjningen i kommunerna

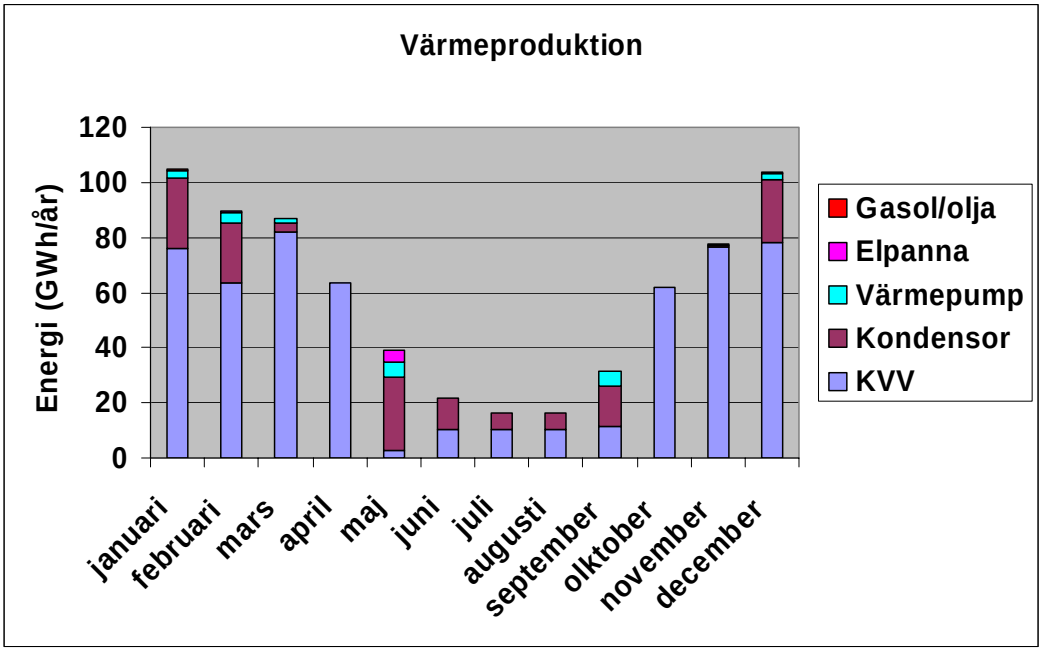
Energisystemanalyser gjordes med optimeringsmodellen MODEST för de fem kommunerna i programmet Uthållig kommun. Studierna belyser hur fjärrvärmeförsörjningen kan utvecklas. Resultaten pekar mot ideala lokala energisystem med olika förutsättningar för bl.a. energitillgångar. De visar ekonomiskt och miljömässigt fördelaktiga kombinationer av produktion av el, ånga och värme med

[84] Wuopio (2002), Levinson och Freiman (2005), Holmgren (2006), Holmgren och Gebremedhin (2004) respektive Henning m.fl. (2006)

olika energibärare och tekniker vid varierande tillgång, och efterfrågan på olika energiformer på orter i olika delar av landet.

3.6.1 Borås

Fjärrvärmebehovet i Borås stad är 620 GWh per år. Figur 3.8 visar hur fjärrvärmen bör produceras med dagens system inklusive de nyligen installerade avfallspannorna enligt analysen med MODEST-modellen[85]. Merparten av värmen produceras i kraftvärmeverket (KVV). Med kondensor menas ren värmeproduktion utan elproduktion med träflis och avfall vilket äger rum när värmebehovet är högt på vintern. Under sommaren då värmelast och elpris är låga tas flispanna ur drift och avfallspannorna körs för enbart värmeproduktion. Värmepump och elpanna ger ett litet bidrag under vissa månader medan gasol och olja används i så små mängder att det inte syns i figur 3.8. De lokala utsläppen av koldioxid (CO_2) blir 24 000 ton per år men om elen från kraftvärmeverket ersätter el från kolkondenskraftverk (avsnitt 1.7) innebär fjärrvärmeproduktionen en nettosänkning av CO_2-utsläppen på 100 000 ton/år.



Figur 3.8. Beräknad fjärrvärmeproduktion i Borås befintliga system

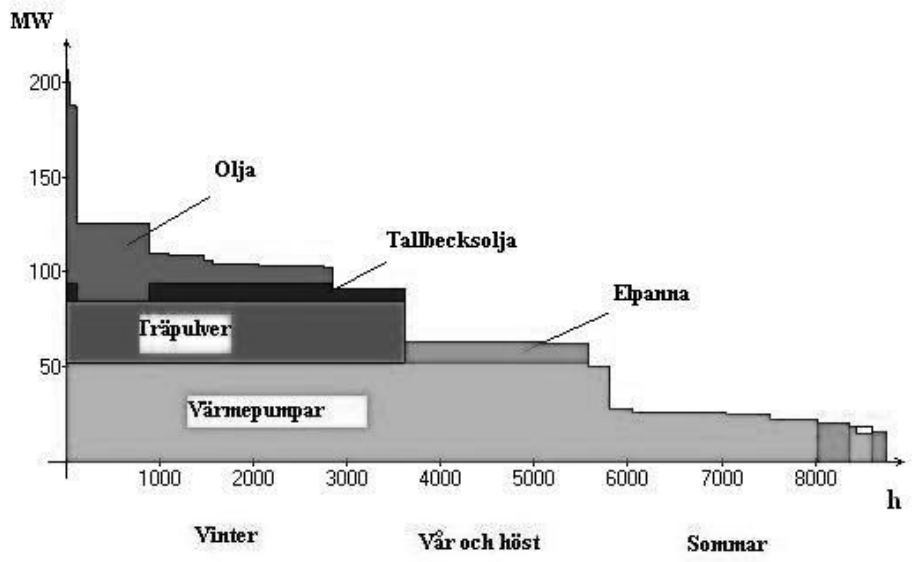
En ny turbin som ger ytterligare några megawatt el skulle kunna vara lönsam men minskar bara nettokostnaden för fjärrvärmeproduktionen marginellt. Ökade värmeleveranser till industrikunder skulle, med enbart befintliga anläggningar, främst tillgodoses genom ökad ren värmeproduktion med biobränsle eller avfall via kondensorn.

[85] Gebremedhin, A och Palm, J (2005)

3.6.2 Solna

Fjärrvärmeproduktionen i Solna och samspelet med olika energihushållnings-åtgärder studerades med hjälp av energisystemmodellen MODEST[86]. Energi-företaget Norrenergi levererar årligen 1 100 GWh fjärrvärme, varav 600 GWh används i Solna och ingick i Solnastudien liksom halva produktionskapaciteten hos anläggningarna.

Analysen visade att i dagsläget bör värmepumparna användas i första hand och sedan pannor som nyligen konverterats till träpulvereldning (figur 3.9). De står då för 60 respektive 20 % av värmeproduktionen. Resten täcks av olja, tallbecksolja och el utom lite värme som köps från Stockholms fjärrvärmesystem. De lokala CO_2-utsläppen är 17 000 ton per år men om man inkluderar utsläppen från kolkondenskraftverk som levererar el till värmepumpar och elpannor är utsläppen över 100 000 ton/år.



Figur 3.9. Optimal drift av fjärrvärmeanläggningarna i Solna med dagens system

I Figur 3.9 visas den kostnadsmässigt optimala driften av fjärrvärmeanlägg-ningarna under, från vänster till höger, vinter, vår & höst samt sommar. Figur 3.9 är ett varaktighetsdiagram. Den vågräta axeln representerar årets alla 8 760 timmar och den lodräta värmeeffekt. Den översta kurvan (”trappan”) är fjärrvärmebehovet. Nivån visar hur stort behovet är och bredden på ett trappsteg motsvarar längden på tidsperioden som har ett fjärrvärmebehov på en viss nivå. Tidsperioderna (Bilaga 2) är sorterade efter fjärrvärmebehovets storlek från det högsta behovet under de kallaste vinterdagarna (toppdygnen) till vänster till det lägsta behovet under julinätter till höger. Kurvorna och fälten under den översta fjärrvärmebehovskurvan visar hur olika anläggningar bör användas för att täcka behovet. Det vertikala höjden på ett fält (avståndet mellan två linjer) motsvarar den värmeeffekt en anläggning producerar och bredden den tid under vilken t.ex.

[86] Gebremedhin, A, Glad, W och Gustafsson, S-I (2004)

oljepannan ger samma värmeeffekt. Detta visar vilka anläggningar som är igång och hur mycket värme de producerar vid olika nivåer på fjärrvärmebehovet. När behovet exempelvis är runt 90 MW går värmepumparna samt pannorna som eldas med träpulver och tallbecksolja. Hela effekten hos de två första utnyttjas medan bara en del av den tillgängliga kapaciteten för tallbecksolja behövs. Värmebehovet beror i första hand på utomhustemperaturen och varierar därför mellan årstiderna. I beräkningsmodellen används medelvärden för varje säsong. Därför är det höga trappsteg (stor skillnad i värmebehov) mellan årstiderna i figur 3.9. Höjden i figuren representerar effekt (MW) och bredden tid (timmar). Därför motsvarar ytorna energi (MWh).

I ett framtidsscenario vidtas effektiviseringsåtgärder som minskar värmebehovet i alla fjärrvärmeanslutna fastigheter (avsnitt 3.3.1). Det beräknades hur åtgärderna påverkar kostnaderna för att producera fjärrvärme. Kostnaden för att tillgodose fjärrvärmebehovet minskas av åtgärderna, särskilt av dem som har stor påverkan under vintern. Tilläggsisolering medför att användningen av dyra bränslen (främst olja) vintertid minskar. Tilläggsisolering av väggar har större effekt än isolering av vindar och golv. Byte av fönster minskar värmebehovet i mindre utsträckning. Installation av solvärmeanläggningar i byggnaderna reducerar fjärrvärmebehovet kraftigt men värdet av minskningen är låg eftersom solvärmen främst erhålls under sommarhalvåret då värmebehovet är lågt i systemet. Värmen erhålls då från värmepumparna som har lägst värmeproduktionskostnad.

Att investera i ett nytt biobränsleeldat kraftvärmeverk som kan producera cirka 30 MW el skulle vara lönsamt och merparten av fjärrvärmebehovet skulle då täckas av denna anläggning. Kraftvärmeverkets elproduktion skulle vara omkring tre gånger så stor som värmepumparnas elkonsumtion och fjärrvärmesystemet skulle därmed bidra till en nettosänkning av koldioxidutsläppen genom samspelet med kolkondenskraftverk. Om värmepumparna tas ur drift är det istället träpulver som får komplettera kraftvärmeverket.

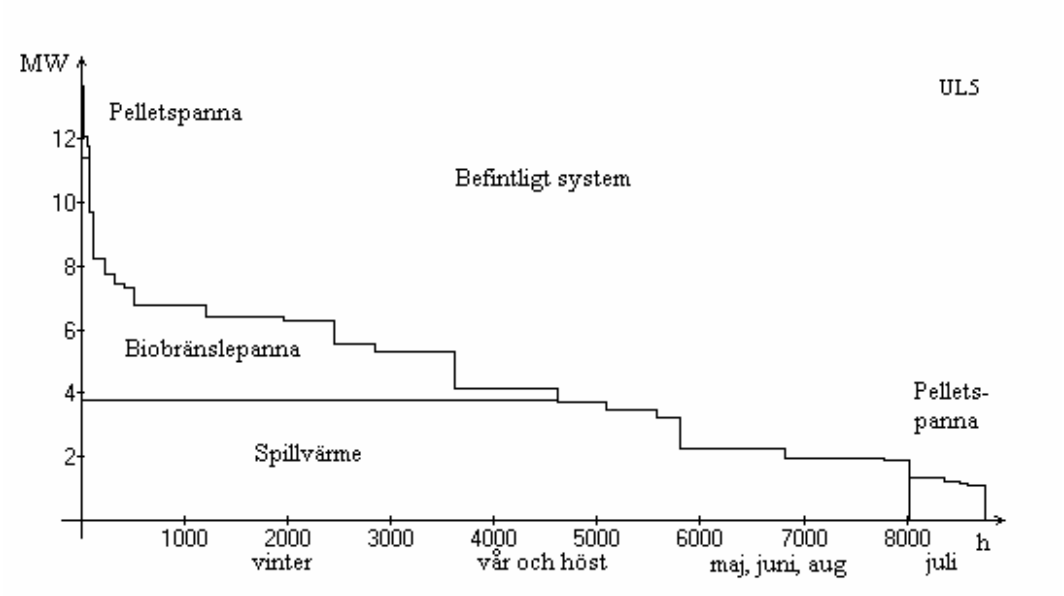
Kraftvärmeverket skulle vara lönsamt även om värmeunderlaget minskas genom energihushållningsåtgärder. Kostnaden för att tillgodose fjärrvärmebehovet blir minst om både kraftvärmeverket byggs och effektiviseringar genomförs.

3.6.3 Ulricehamn

Svensk Brikettenergi (SBE) står för huvuddelen av fjärrvärmeproduktionen i Ulricehamn med hjälp av spillvärme, biobränslepanna och oljepannor. Ulricehamns Energi står för fjärrvärmedistribution och försäljning men har även några egna pannor. Det årliga fjärrvärmebehovet är cirka 35 GWh. Flerfamiljshus och kommunala lokaler står för omkring halva fjärrvärmebehovet var.

MODEST har använts för att beräkna hur fjärrvärmeproduktion med befintliga anläggningar bör ske för att kostnaderna ska hållas så låga som möjligt under

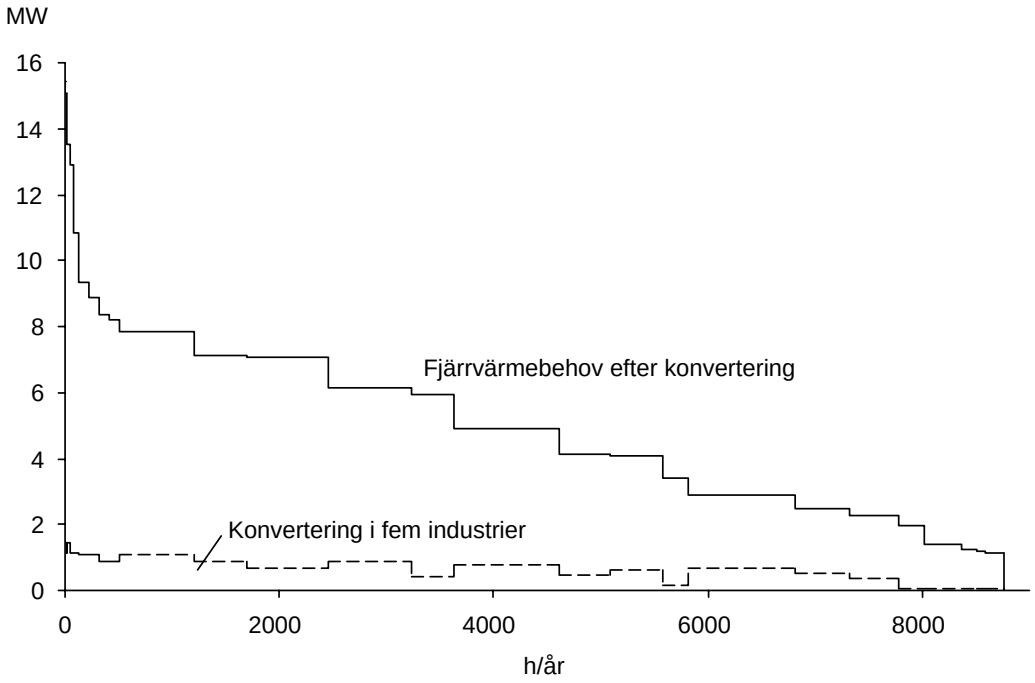
olika förutsättningar[87]. Idag bör spillvärmen kunna täcka nästan tre fjärdedelar av fjärrvärmebehovet (figur 3.10). Resten täcks till största delen av SBE:s biobränslepanna medan fjärrvärmebolagets pelletspanna går när SBE har driftstopp i juli och när det är som kallast, då även liten olja behövs.



Figur 3.10. Bästa drift av anläggningarna i Ulricehamn med dagens förhållanden

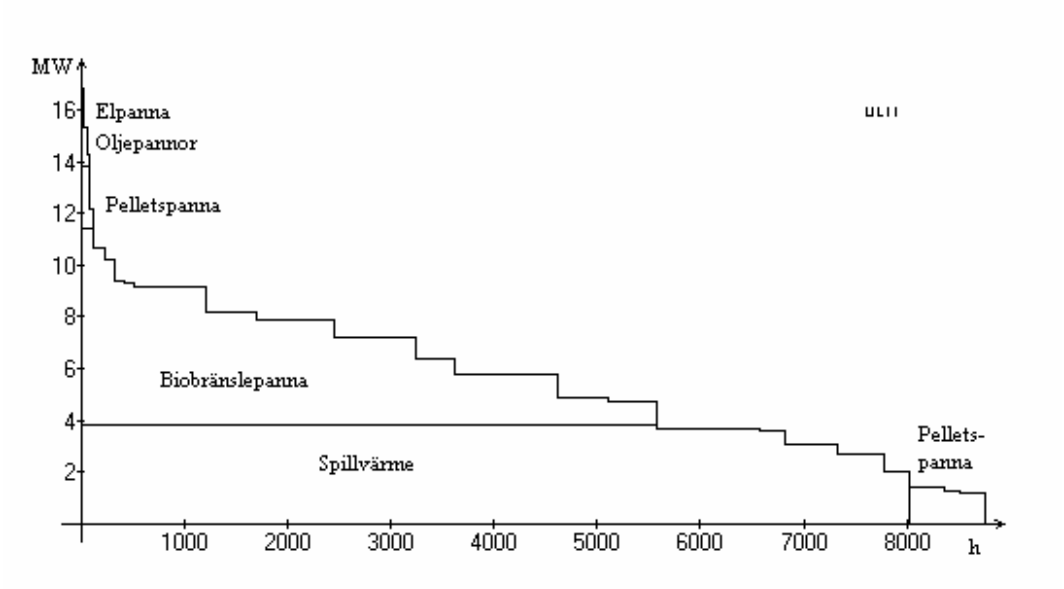
I företag där energihushållningsåtgärder analyserats (kapitel 4) och som ligger inom räckhåll för fjärrvärmenätet skulle 5,5 GWh fjärrvärme kunna användas i stället för el och fossila bränslen. Figur 3.11 visar det totala fjärrvärmebehovet om dessa industrier ansluter sig till fjärrvärmenätet och vilken del som industrierna står för. Industrierna har en plattare lastkurva än den nuvarande värmelasten, d.v.s. efterfrågan på värme förändras inte lika mycket mellan olika tidpunkter. Det beror på att värmebehovet delvis utgörs av tillverkningsprocesser som inte varierar med utomhustemperaturen. Genom att ansluta industrikunder kan den årligen levererade energimängden ökas mer än vad toppeffekten ökar.

[87] Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004), Henning m.fl. (2005)



Figur 3.11. Värmebehov i industrier och fjärrvärmebehovet om de ansluts till fjärrvärmenätet i Ulricehamn

I figur 3.12 visas fjärrvärmeproduktionen om fjärrvärme levereras till industrier som förbrukar 12 GWh värme per år med samma tidsvariationer som de fem industrierna i figur 3.11. Hela den tillgängliga spillvärmekapaciteten kan då utnyttjas under ytterligare 2000 timmar per år och biobränslepannans utnyttjningstid fördubblas.



Figur 3.12. Optimal fjärrvärmeproduktion om många industrier i Ulricehamn använder fjärrvärme

Om endast bostäder och lokaler ansluts till fjärrvärmenätet kan det årliga värmebehovet bara öka 8 GWh med nuvarande leveranskapacitet eftersom de konsumenterna har ett mer klimatberoende värmebehov med en större effekttopp. Spillvärme kan då inte utnyttjas lika mycket.

Om hälften av dagens fjärrvärmekunder skulle sätta 10 cm tilläggsisolering på tak och väggar samt byta till lågemitterande treglasfönster skulle byggnadernas transmissionsförluster och därmed värmebehovet minskas mer ju kallare det är ute (jmf avsnitt 3.3.2, 3.6.2). Användningen av biobränslepannan kunde minska med 20% och spillvärmen kunde stå för en större andel av fjärrvärmetillförseln.

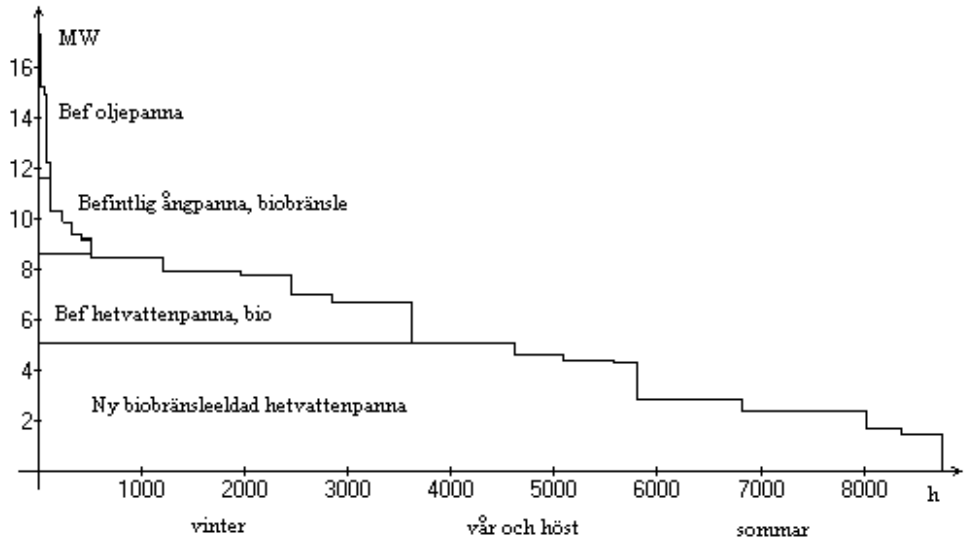
3.6.4 Vingåker

En översiktlig optimering av fjärrvärmeproduktionen i centralorten Vingåker gjordes med energisystemmodellen MODEST för dagsläget och ett utbyggt system[88]. Fjärrvärmebolaget levererar nu 23 GWh värme per år. Värmen produceras främst med träflis men under de kallaste vinterdagarna behövs olja liksom vid driftstopp av biobränslepannorna.

I vingåkersrapporten beskrivs tre scenarier för värmeförsörjningen, bl.a. ett fall med stor utbyggnad av fjärrvärmen (avsnitt 3.2.1). Fjärrvärmebehovet i centralorten Vingåker är i fjärrvärmescenariet 40 GWh per år och många villor är anslutna till fjärrvärmenätet vilket innebär stora distributionsförluster. Då behöver 46 GWh fjärrvärme produceras per år och det krävs en ny produktionsanläggning. I studien föreslås en biobränsleeldad hetvattenpanna med rökgaskondensering.

Figur 3.13 visar en varaktighetskurva för fjärrvärmebehovet och hur det bör täckas. Den nya pannan antas ha högre verkningsgrad än de gamla pannorna. Den används därför i första hand och kan ensam tillgodose värmebehovet under vår, höst och sommar. De befintliga pannorna kompletterar den nya under vintern.

[88] Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006)



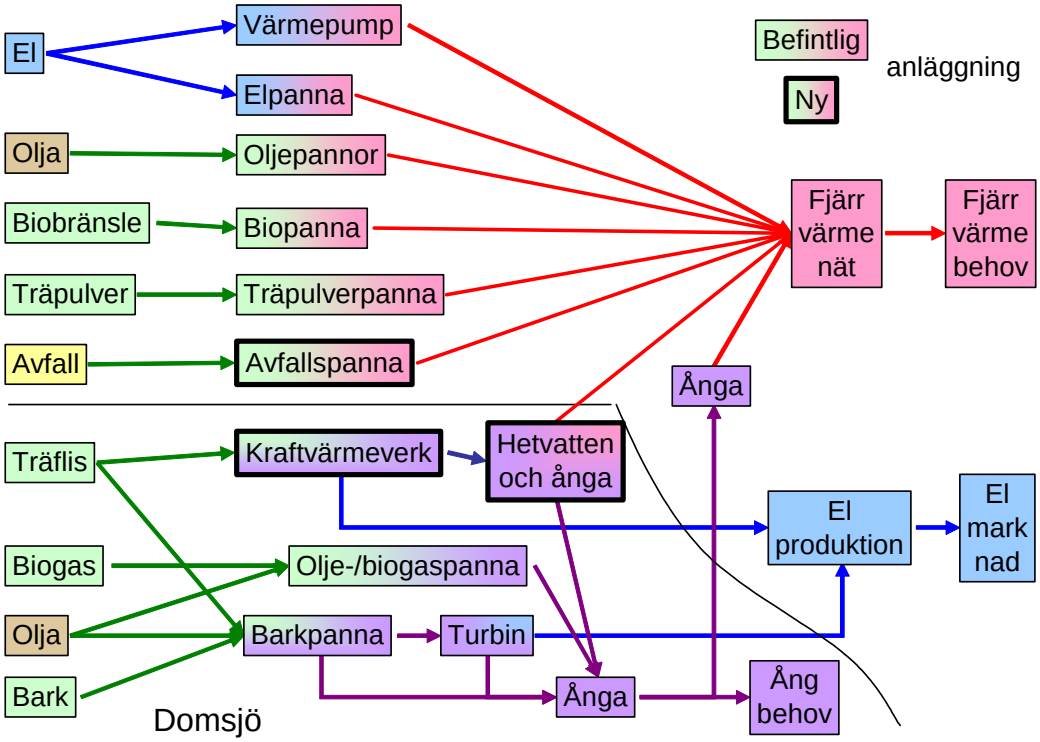
Figur 3.13. Varaktighetsdiagram över möjligt framtida fjärrvärmebehov och fjärrvärmeproduktion i Vingåker under ett år

Det lönar sig inte att bygga en större panna än i figur 3.13. En större panna skulle delvis bara kunna användas under vintern och den korta drifttiden gör att investeringen inte betalar sig i förhållande till de driftskostnader för de äldre pannorna som undviks. Denna avvägning mellan fasta kostnader och driftskostnader har gjorts med hjälp av optimeringsmodellen MODEST.

3.6.5 Örnsköldsvik

Fjärrvärmebehovet i Örnsköldsvik är nu drygt 200 GWh per år men planeras öka till över 280 GWh/år genom utbyggnad till bl.a. bostads- och industriområden och sammankoppling med det mindre fjärrvärmenätet i Själevad som nu huvudsakligen försörjs av en träpulverpanna. MODEST har använts för att göra optimeringar som omfattar fjärrvärmeförsörjning, ångförsörjning och elproduktion[89] (figur 3.14). Fjärrvärme erhålls nu från värmepump, elpanna, oljepannor, biobränslepanna, träpulverpanna och ånga.

[89] Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004), Danestig, M och Henning, D (2004), Henning m.fl. (2005)

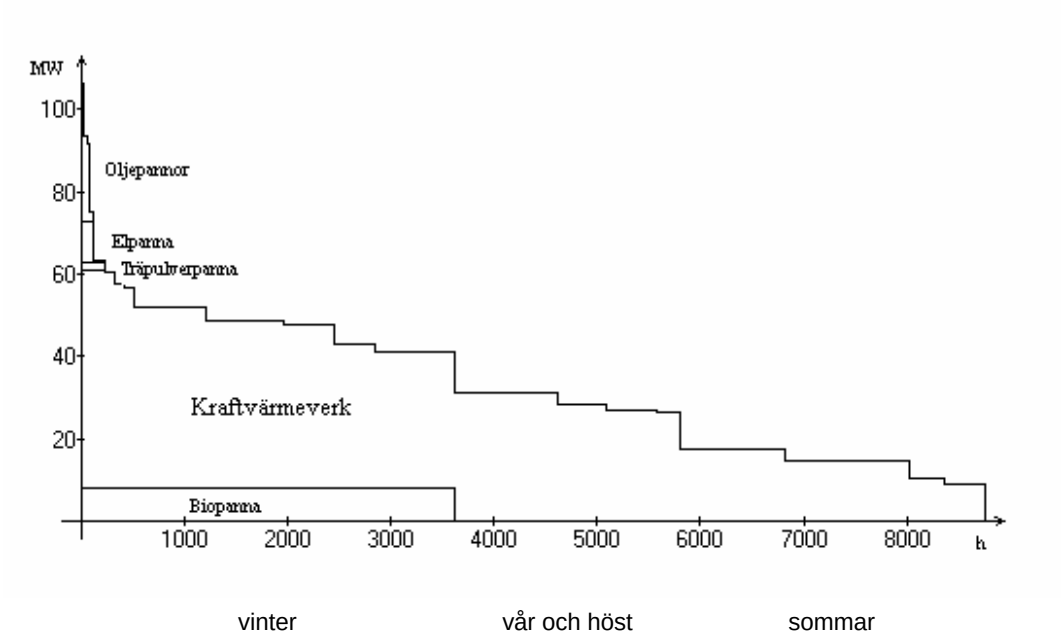


Figur 3.14. Analyserad fjärrvärme- och ångförsörjning i Örnsköldsvik

Domsjö fabriker har ångpannor som eldas med bark, olja, biogas och träflis (figur 3.14). Barkpannan förser turbinen med ånga. Ångan används sen av bl.a. Svensk Etanolkemi. Ångbehovet är i princip konstant under ca 7 000 timmar per år och utgör därför ett mycket bra underlag för kraftvärmeproduktion.

Övik Energi avser att bygga ett kraftvärmeverk som producerar både ånga och hetvatten till fjärrvärmenätet (figur 3.14). Kraftvärmeverket uppskattas kosta cirka 400 miljoner kr. Det bör ha eleffekten 20-30 MW och kan producera 180 GWh el per år. Kraftvärmeverket levererar fjärrvärme beroende på hur fjärrvärmebehovet varierar och täcker en mycket stor del av fjärrvärmebehovet (figur 3.15). Resten av kraftvärmeverkets kapacitet täcker tillsammans med ångpannorna i Domsjö industriernas ångbehov. I praktiken behöver kraftvärmeverket vara avställt för underhåll i t.ex. juli då biopannan får användas i stället.

Figur 3.15 visar synergieffekten som uppstår när en kraftvärmeanläggning både kan leverera ånga till en industri och fjärrvärme. Det skulle inte löna sig att leverera en så stor andel av fjärrvärmen från ett kraftvärmeverk om inte den installerade effekten kunde utnyttjas till ångleveranser då fjärrvärmebehovet är lägre. Kraftvärmeverket kan gå på fullast under nästan halva året.

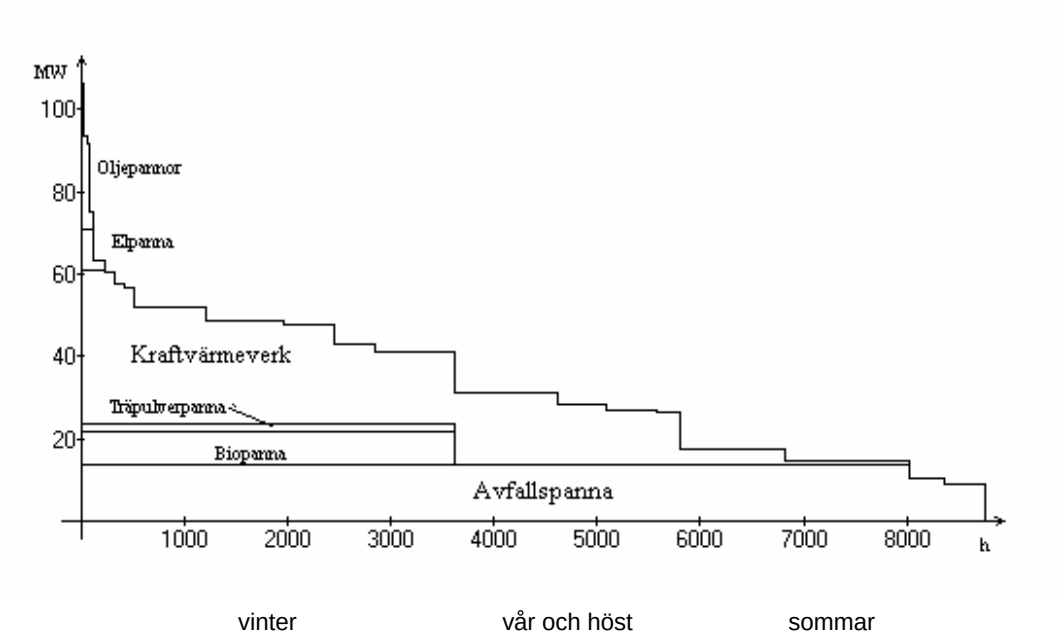


Figur 3.15. Beräknad fjärrvärmeproduktion med ett nytt kraftvärmeverk i Örnsköldsvik som även levererar ånga till industrier

Koldioxidutsläppen blir mindre ju mer el som produceras eftersom elen antas ersätta el från kolkondenskraftverk. Fjärrvärme- och ångförsörjningen kan bidra till att minska CO_2-utsläppen med 140 000 ton per år jämfört med om elen producerats i kolkondenskraftverk.

Om kraftvärmeverket inte kan leverera ånga till industrierna blir värmeunderlaget, elproduktionen och intäkterna från elförsäljning mindre. Investeringen i ett kraftvärmeverk måste då bäras helt av fjärrvärmerörelsen eftersom ånga inte kan säljas. Kraftvärmeverket dimensioneras vid varje optimering genom en avvägning mellan investeringskostnader och driftskostnader för att täcka energibehovet på olika sätt. Ett kraftvärmeverk utan ångleveranser kan täcka baslasten och gå med full effekt under höst, vinter och vår men en anläggning som ger mer än 11 MW el är inte lönsam om den bara producerar fjärrvärme. Ytterligare effekt skulle ha en drifttid under 4000 timmar per år vilket är för lite.

En avfallspanna (figur 3.14) drar bort värmeunderlag som kan utnyttjas för kraftvärmeproduktion och sänker därför elproduktionen. Eftersom avfallsvärmen är billigast får den täcka baslasten och övriga anläggningar skjuts uppåt i varaktighetsdiagrammet (figur 3.16). Avfallspannan gör det endast lönsamt med ett litet kraftvärmeverk med hög kostnad per megawatt effekt.



Figur 3.16. Fjärrvärmeproduktion med avfallspanna och kraftvärmeverk i Örnsköldsvik

Avfall täcker en större och biobränsle en mindre andel av fjärrvärmebehovet i figur 3.16 än i figur 3.15. Att biobränsle ersätts av avfall behöver emellertid inte vara miljömässigt negativt eftersom biobränsle får ses som en knapp resurs som då kan ersätta fossila bränslen någon annanstans i energisystemet.

Koldioxidutsläppen blir större med avfallsförbränning eftersom avfallet medför en del koldioxidutsläpp men framförallt eftersom det återstående värmeunderlaget, kraftvärmeproduktionen och därmed ersättandet av kolkondensel blir mindre.

Den lägsta kostnaden för fjärrvärme- och ångproduktionen erhålls om det byggs ett biobränsleeldat kraftvärmeverk som producerar fjärrvärme och ånga och en avfallspanna. Medelproduktionskostnaden för ånga och fjärrvärme ligger runt 120 kr/MWh i alla framtidsscenarierna.

3.7 Avslutning

Ibland kan det råda ”konkurrens” om att täcka fjärrvärmebehov mellan avfallsförbränning, industriell spillvärme och kraftvärme. Avfall har normalt lägst bränslepris och används i första hand. Avfallsförbränning som bara ger värme minskar möjligheterna till kraftvärmeproduktion och därmed mängden el som kan ersätta el från kolkondenskraftverk och bidraget till minskade koldioxidutsläpp. Fjärrvärmesystem med kraftvärmeverk innebär ofta en nettosänkning av koldioxidutsläppen.

Kraftvärmeverk kräver lång drifttid för att löna sig. Ångbehovet i en industri med kontinuerlig drift är ett bra underlag för kraftvärmeproduktion. Samarbete mellan fjärrvärmebolag och industriföretag, där en anläggning levererar både fjärrvärme och industriånga, kan öka kraftvärmeproduktionen.

Kraftvärmeproduktion blir mer lönsam med de högre elpriser som integrationen av de europeiska elmarknaderna torde medföra. Fjärrvärmesystemen blir då en mer värdefull resurs som bör utnyttjas. Fjärrvärmeproduktion med stora eldrivna värmepumpar kan på sikt ersättas av kraftvärmeproduktion.

Fjärrvärmebehov kan alltså ses som en resurs som möjliggör kraftvärme-produktion och att värmeöverskott från industrier eller avfallsdestruktion inte behöver spillas. Kraftvärmeproduktion får ses som miljömässigt gynnsam så länge det finns kondenskraft med sämre verkningsgrad, vilket torde vara under mycket lång tid framöver. Värmeöverskott från industrier som verkligen inte går att undvika är det naturligtvis bra att få avsättning för på något sätt men det kanske hellre kan ske i andra industriprocesser som kan byggas ihop med den nuvarande verksamheten. Ångbehov i industrier kan ibland tillgodoses med värme av lägre kvalitet, t.ex. om ånga används för lokaluppvärmning. Avfallsförbränning torde behövas i större eller mindre omfattning men i ett uthålligt samhälle bör avfallsmängderna som förbränns förmodligen vara mindre än idag.

Elvärme och värmepumpar ökar driften och koldioxidutsläppen i kolkondens-kraftverk. Priser och styrmedel (t.ex. säsongsberoende fjärrvärmetaxa) bör göra det fördelaktigt för en energianvändare att välja energilösningar som är gynnsamma ur ett vidare perspektiv.

Värmetätheten för ett område är värmebehovet per enhet markyta och beror främst av husens uppvärmningsbehov men även av industrins tillverknings-processer och kan visa var fjärrvärmenät är lämpliga. Ett fjärrvärmeföretag kan sälja värme från t.ex. pelletspannor för att säkra framtida fjärrvärmekunder i t.ex. villaområden.

Fjärrvärme kan ersätta el eller bränsle för värmeproduktion även i industrier. Värmebehovet i industrier är mer jämnt spritt över året eftersom tillverknings-processer inte varierar med utetemperaturen. Den levererade energimängden ökar mer än toppeffekten och baslastanläggningar kan utnyttjas mera.

Tilläggisolering av fjärrvärmeanslutna fastigheter minskar behovet av dyra topplastanläggningar men påverkar inte driften av baslastanläggningar så mycket. I ett hus med dåligt isolerade väggar och vind kan extra isolering sänka kostnaderna både för husägaren och fjärrvärmeleverantören eftersom det minskar värmebehovet mest under riktigt kalla dagar då dyr fjärrvärme från oljepannor behövs.

4 Energihushållning i industrier

Ett industriföretags kärnverksamhet är tillverkning och försäljning av varor och energifrågorna spelar därför ofta en undanskymd roll[90]. Energianvändningen innebär dock ofta en stor kostnad och är i många fall den enskilt största miljöpåverkande delen i verksamheten. I strävandena att minska elanvändningen har industrier den fördelen att det jämfört med bostäder rör sig om större enheter där varje enskild åtgärd normalt får större effekt än i ett hushåll. Det är ett viktigt skäl att fokusera på elhushållningsmöjligheterna i industrin.

Att analysera elanvändningen och föreslå elhushållningsåtgärder i energiintensiv industri (t.ex. skogsindustrin i Örnsköldsvik) var en alltför omfattande uppgift för dessa energianalyser. Studierna koncentrerar sig i stället på de ofta förbisedda möjligheterna till minskad elanvändning i mindre och medelstora industrier.

För att analysera hur industrins energianvändning kan förändras mot ökad uthållighet har omkring tio industrier från olika branscher i var och en av kommunerna Borås, Ulricehamn, Vingåker och Örnsköldsvik valts ut och studerats[91]. I Solna finns knappast någon tillverkningsindustri varför analyserna där i stället koncentrerade sig på byggnader (avsnitt 3.3.1).

Strävan har varit att identifiera konkreta åtgärder som kan leda till minskad elanvändning och därmed minskade koldioxidutsläpp (avsnitt 1.7). Avsikten är i första hand att finna systemfel som att el används för värmeproduktion. Till och med konvertering från el till olja kan vara miljömässigt fördelaktig om el som ger större koldioxidutsläpp ersätts. Industriernas energianvändning anpassas genom åtgärderna mot en lägre elanvändning som är karakteristisk för industrier på kontinenten där elpriserna är högre (avsnitt 1.7.2).

Först bör energibehovet minskas så långt som möjligt, sedan bör el som används för värmeproduktion ersättas av bränsle eller fjärrvärme. El ska bara användas till elspecifika ändamål där andra energibärare är omöjliga eller mycket svåra att använda. Att undvika onödig elförbrukning då det inte sker någon tillverkning kan ofta minska elanvändningen avsevärt.

Effektivare belysningsarmaturer minskar elförbrukningen. Ljuset i olika sektorer kan styras var för sig. Närvarostyrning gör tomma rum till mörka rum. Dimrar kan anpassa ljusstyrkan efter ljusinsläppet utifrån.

[90] Jmf Sandberg P. och Söderström M. (2003), Henning D. (2005)

[91] Detta kapitel baseras på Louise Tryggs industrianalyser i Ulricehamn och Örnsköldsvik (Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L 2004, Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L 2004) samt Alemayehu Gebremedhins industrianalyser i Borås och Vingåker (Gebremedhin, A och Palm, J 2005, Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J 2006).

Elanvändningen för ventilation kan ofta minskas. Många industriprocesser avger värme som tillsammans med fasadisolering, solinstrålning och värme från människor leder till värmeöverskott i byggnaden. Ventilationen syftar ofta till att bortföra värmen och det finns risk att den alltid används för lika mycket kylning som behövs på sommaren, vilket skapar ett uppvärmningsbehov om vintern. Tidsstyrd ventilation gör att onödig elförbrukning undviks. Tids- och närvarostyrning av belysning och ventilation kan också användas i många andra lokaler som kontor, affärer, skolor och vårdinrättningar.

Tryckluft används i många industrier. Det förekommer ofta läckage i tryckluftssystem, vilket betyder att kompressorn får arbeta i onödan för att upprätthålla trycket i ledningarna. Verkningsgraden för tryckluftsanläggningar är bara 5–10% medan den är 90% för eldrivna alternativ. Här finns ofta stora möjligheter till minskad elförbrukning.

Laststyrning som flyttar energianvändning i tiden kan kapa effekttoppar, minska de effektrelaterade elkostnaderna för de enskilda företagen och göra att kapacitetsbrist i elproduktionen undviks men det behandlas inte i dessa studier eftersom det kräver en ingående analys av möjligheterna på varje företag.

Genom bidrag och avtal om befrielse från skatt kan fler energieffektiviseringsåtgärder bli lönsamma ur ett företags synpunkt. Högre elpriser torde leda till minskad elanvändning genom att fler åtgärder som minskar elanvändningen blir lönsamma och genomförs.

4.1 Genomförande av studierna

För att skapa engagemang kring energifrågorna och knyta kontakt med företagens representanter inleddes industristudien på de flesta orter med ett seminarium där bakgrunden med den europeiska elmarknaden (avsnitt 1.7) och resultat från tidigare liknande studier presenterades (t.ex. Trygg 2002, Franzén 2005). En inbjudan om att deltaga i studien sändes ut och företagen kunde anmäla sitt intresse.

De studerade industrierna valdes ut av företrädare för Linköpings universitet och respektive kommun grundat på att företagens ledning och kontaktpersoner visade engagemang och intresse för energieffektivisering samt att det skulle ingå industrier med stor och liten el- och energianvändning.

Industriföreträdare fyllde i en enkät om företagets befintliga energianvändning för olika processer, t.ex. använda energibärare och energimängder, driftstider samt anläggningars installerade effekt. Vid besök på varje företag diskuterades senare energianvändningen och möjligheter till energieffektivisering.

Energianvändningen delades in i enhetsprocesser (tabell 4.1) som består av stödprocesser och tillverkningsprocesser (produktionsprocesser). Stödprocesser är de processer som stöder produktionen medan tillverkningsprocesser används för

att producera varor. Genom att dela in energianvändningen i dessa beståndsdelar får man en väldefinierad struktur som möjliggör en jämförelse mellan olika industrier. Årlig elenergiförbrukning registrerades för processerna, i första hand stödprocesserna.

Tabell 4.1. Enhetsprocesser

Stödprocesser	Tillverkningsprocesser
Belysning	Påläggning
Ventilation	Formning
Tryckluft	Värmning
Pumpning	Smältning
Lokalvärme	Torkning, koncentration
Komfortkyla	Förpackning
Tappvarmvatten	Sönderdelning
Interntransport	Blandning
Ånga	Avverkning
	Hopfogning
	Kylning, frysning

Möjligheterna att effektivisera elanvändningen beräknades och bedömdes, bl.a. minskad elanvändning vid tider då det inte sker någon tillverkning. Här följer några utgångspunkter för beräkningarna. Ett riktvärde för installerad effekt för belysning är 3–5 W/m^2. Belysning och ventilation behöver bara vara på under arbetstid. Minskad ventilation sänker uppvärmningsbehovet. Om tryckluft används till handverktyg föreslås övergång till eldrivna verktyg. Tryckluft till renblåsning kan ersättas av mer effektiva metoder. Högtrycksfläktar kan användas för omrörning i stället för tryckluft. Om det är tekniskt möjligt beaktas minskad tryckluftsanvändning också i produktionsmaskinerna även om det kan ske först på längre sikt. I några industrier kan man nyttja överskottsvärme från produktionsprocesser till uppvärmning av lokaler och ibland även tappvarmvatten och därmed reducera energibehovet för värme.

Möjligheterna bedömdes och beräknades för att konvertera värmeproduktion från el till i första hand fjärrvärme. Om fjärrvärme finns tillgänglig kan den användas för uppvärmning och tappvarmvattenberedning samt för tillverkningsprocesser där fjärrvärmens temperatur är tillräcklig. Annars kan konvertering ske till bränsle.

Tidsvariationerna för företagets totala elförbrukning erhölls oftast från ägaren av elnätet. Elanvändningen under dagar utan verksamhet studerades för att uppskatta tomgångsförbrukningen, d.v.s. hur mycket el som används då ingen tillverkning sker. Elanvändningen går då ofta till belysning, ventilation, kompressorer och pumpar men kan till allra största delen undvikas. En jämförelse av elförbrukningen mellan augusti- och vinterdagar visar hur mycket elvärme som används på vintern.

Det uppskattades hur åtgärderna skulle minska energikostnaderna. Åtgärderna spänner från dem som är nästan gratis till dem som kräver stora investeringar. Att minska elanvändningen då det inte sker någon tillverkning är en åtgärd utan större investeringar. Att fasa ut tryckluftsanvändningen i produktionsmaskiner kräver investeringar som troligen fördelar sig på flera år beroende på när maskinparken behöver förnyas.

Studierna avslutades med ett seminarium på varje ort där resultaten presenterades och diskuterades med företrädare för kommun och näringsliv.

4.2 Studerade industrier

Energianvändningen i drygt 40 industrier har kartlagts (tabell 4.2). Elanvändningen hos de deltagande industrierna varierar mellan 300 och 16 000 MWh per år och energianvändningen mellan 300 och 26 000 MWh årligen.

Tabell 4.2. Analyserade industrier

INDUSTRI	KÄRNVERKSAMHET
Borås	
Allmans	Charkuteri- och annan köttvarutillverkning
Borgstena Textile Sweden	Tillverkning av trikåväv
ECO-Boråstapeter	Tapettillverkning
Dalsjöförs slakteri	Kreatursslakt, styckning av kött
Eka Chemicals	Tillverkning av hydrofoberingsmedel till pappersindustrin
Elenco	Tillverkning av utomhusbelysning
Ellos	Postorderhandel
Göta färgeri	Blekning, färgning och annan textilberedning
Parker Hannifin	Tillverkning av kranar och ventiler
Svenskt Konstsilke	Konstfibertillverkning
Ulricehamn	
Helge Nyberg	Montage och tillverkning av vagnar och minitruckar
IRO	Utveckling och tillverkning av garnmatare för textilmaskiner
Per Schürer	Formblåsning av plastförpackningar
Zinken Weland	Varmförzinkning av ståldetaljer
Bogesunds Väveri	Tillverkning av möbeltyger
AP & T	Konstruktion och produktion av verktyg för plåtbearbetning
Ulricehamns Betong	Tillverkning av betongkonstruktioner
Emballator	Produktion av plåtförpackningar för kemisk-teknisk industri
Svensk Brikett Energi	Produktion av fjärrvärme, pellets och träpulver
Ekro Möbeldetaljer	Tillverkning av trähandtag och träben

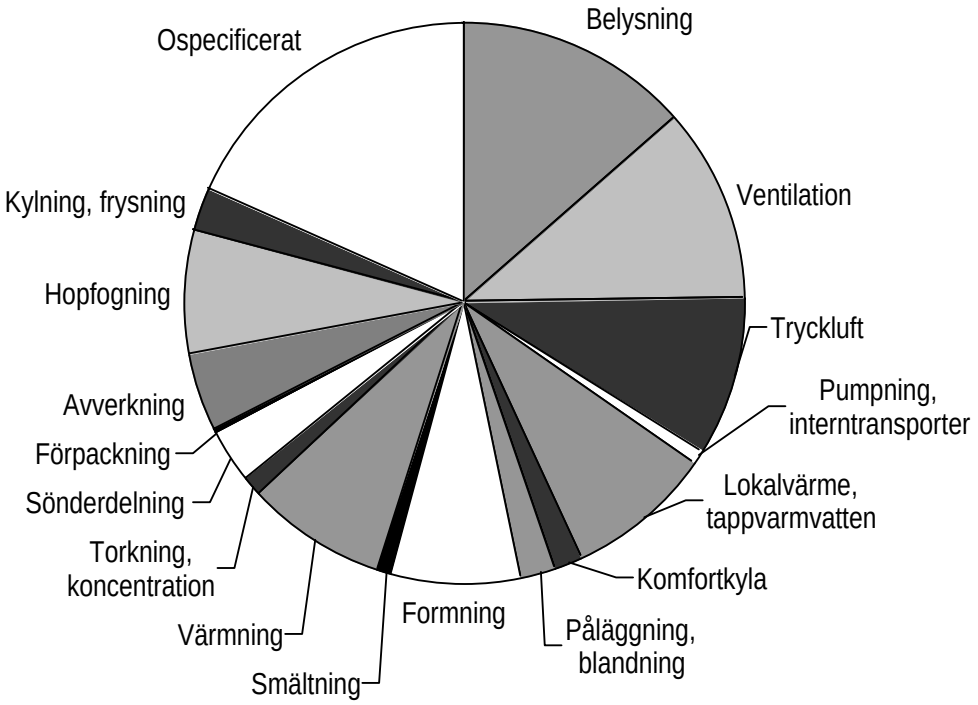
Tabell 4.2. Analyserade industrier forts.

INDUSTRI	KÄRNVERKSAMHET
Vingåker	
Kakbagaren	Tillverkning av kakor
Linderoths Tryckeri	Tryckeri
Vingåkers Legosmide	Järnbearbetning
Maxit	Sandbearbetning
Nammo LIAB	Sprängämnesförstöring
Olsons Maskinservice	Service och reparationer
Skagerströms Trävaru	Sågverk
Madison Scandiafelt	Tillverkning av filterdukar och transportband
Spesab	Snickerier
Voith Paper Fabrics Högsjö	Tillverkning av pressfiltar
Örnsköldsvik	
Glasfiberprodukter	Laminering av produkter tillverkade av glasfiberarmerade plaster
ÖMV	Tillverkning av processutrustning i rostfria och ädlare materialkvaliteter
Strandberg Industrier	Ytbehandling av produkter till verkstadsindustrin
Hägges Finbageri	Bakning av ojäst bröd
Alvis Hägglunds	Produktion av lätta och medeltunga militära fordon
Avesta Polarit	Tillverkning av rostfria rördelar
”Industri I”	-
Sanmina	Elektroniktillverkning
LPAB	Tillverkning av vik- och blockväggar
Profillack	Pulverlackering och laserbearbetning av aluminium
Polarbröd	Bakning av tunnbröd och hällakakor
Hägglunds Drives	Tillverkning av hydraulmotorer och pumpaggregat

4.3 Resultat

Resultaten bör ses som en indikation på hur energianvändningen i industrier kan förändras mot minskad elanvändning och inom vilka områden de största möjligheterna finns.

De 42 studerade industrierna använder sammanlagt 256 GWh energi per år varav 146 GWh är el. Figur 4.1 visar vad de använder elen till idag. Stödprocesserna (Belysning, … , komfortkyla) står för nästan halva elanvändningen. Ospecificerat är den elförbrukning som inte kunnat härledas till vissa processer. Eftersom elen till stödprocesserna oftast kunnat kartläggas helt torde den ospecificerade elen gå till tillverkningsprocesser som därmed alltså står för omkring halva elanvändningen.



Figur 4.1. Elanvändningens fördelning på olika processer i de studerade industrierna

Det framgår tydligt av figur 4.1 vilken stor roll belysning, ventilation och tryckluft spelar för elförbrukningen. Mycket el används också till att producera värme i olika former, dels till lokaluppvärmning och tappvarmvatten och dels till produktionsprocesserna smältning, värmning och torkning.

Till vilka ändamål elen används varierar förstås mycket mellan olika branscher (Henning 2005). I trävaruindustrin står sönderdelning för en stor del av elförbrukningen (t.ex. Svensk brikettenergi i Ulricehamn). Vid tillverkning av metallvaror går det ofta åt mycket el till formning (t.ex. Emballator i Ulricehamn). I maskinindustrin används en hel del el för avverkning såsom fräsning (t.ex. Hägglunds Drives i Örnsköldsvik). Detaljer om elanvändningen i Borås och Örnsköldsvik redovisas som exempel i bilaga 1.

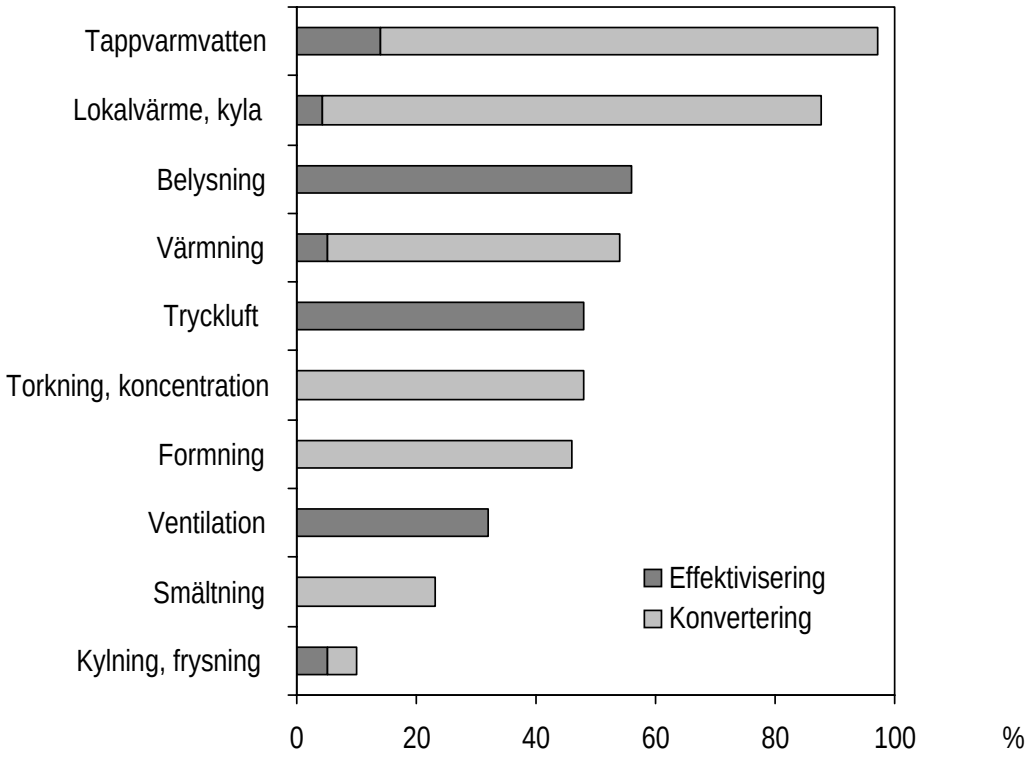
Elanvändningen kan minskas genom konverteringar till fjärrvärme och bränslen för icke elspecifika processer samt genom att effektivisera elanvändningen och minska den då ingen tillverkning sker.

De studerade industrierna kan minska sin elanvändning med 62 GWh per år vilket motsvarar 42% av deras totala elanvändning och 52% av den specificerade elanvändningen[92]. Beträffande den ospecificerade elförbrukningen har det inte fastställts vad den elen används till och därför har det inte heller varit möjligt att bedöma möjligheterna till att minska den elanvändningen. Potentialen för effektivisering och konvertering av den ospecificerade elförbrukningen torde emellertid inte vara noll. Det finns förmodligen ytterligare möjligheter att reducera elanvändningen för tillverkningsprocesserna som inte har kunnat tas fram i dessa förhållandevis översiktliga analyser. Därför dras slutsatsen att möjligheterna till minskad elanvändning i de typer av industrier som ingått i dessa studier ligger närmare 52 än 42 %. Elanvändningen kan alltså halveras genom effektivisering och konvertering.

Konverteringen betyder ju att el byts mot andra energibärare medan effektiviseringsåtgärderna innebär att inte bara elanvändningen utan även energianvändningen minskar. De studerade industrierna kan minska sin energianvändning med 38 GWh per år motsvarande 15% av energianvändningen[93].

Figur 4.2 visar hur mycket elanvändningen kan minskas för olika processer hos de studerade företagen genom effektivisering och konvertering. De största möjligheterna att minska elanvändningen finns för stödprocesserna tappvarmvatten, lokaluppvärmning och belysning samt tillverkningsprocessen värmning. För de processer där elen används för att alstra värme sker elhushållningen främst eller helt genom konvertering från el till bränsle eller fjärrvärme medan det för de tre dominerande stödprocesserna belysning, tryckluft och ventilation (jmf figur 4.1) handlar om effektivisering. Den sker genom att onödig användning upphör (i första hand under icke arbetstid) och genom att effektivare utrustning installeras, såsom nya belysningsarmaturer och direkt eldrivna verktyg som ersätter tryckluftsdrivna verktyg.

[92] Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004); Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004); Gebremedhin, A och Palm, J (2005); Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006), jmf Trygg (2004), Trygg och Karlsson (2004), Henning (2005), Henning m.fl. (2005)
[93] Ibid.



Figur 4.2. Minskad elanvändning genom effektivisering och konvertering för olika processer (%)

Effektiviseringen av varmvatten, lokalvärme och värmning i figur 4.2 innebär oftast att det från någon process i fabriken återvinns värme som kan användas t.ex. till lokaluppvärmning eller att värma kranvatten. I princip kan all tappvarmvattenberedning konverteras men i några industrier har elanvändningen bedömts som försumbar och konvertering har då inte föreslagits. Lokaluppvärmning sker i några fall med eldriven bergvärmepump som på sikt skulle kunna konverteras men som inte bedömts vara möjligt för närvarande. I stapeln för lokalvärme i figur 4.2 ingår även en liten del eldriven komfortkyla som kan effektiviseras genom minskad drift utanför arbetstid och konverteras till fjärrvärmedriven absorptionskyla. Elbehovet för komfortkyla som behövs i företag utanför fjärrvärmeområden kan emellertid inte påverkas.

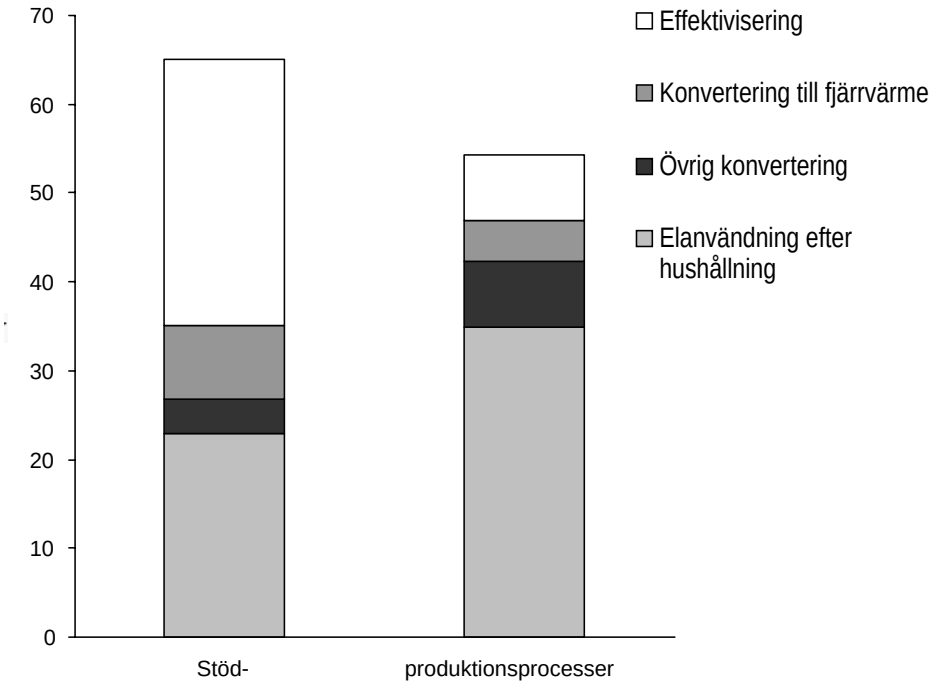
Formning kan ske med många olika metoder. Den som avses i figur 4.2 sker idag genom värmning med el men skulle kunna konverteras till bränsle. Det rör metallpressar hos Emballator och pelletspressar hos Svensk Brikettenergi i Ulricehamn. De goda möjligheterna konvertera formningsprocesser finns förstås bara hos sådana företag som använder elvärme vid formningen.

Beträffande kylning innebär effektiviseringen att man under vintern använder frikyla, d.v.s. kall utomhusluft, och konverteringen innebär att fjärrvärmedriven absorptionskyla ersätter vanliga eldrivna kompressorkylmaskiner. Båda åtgärderna kan emellertid endast ske om kylning vid förhållandevis hög temperatur är tillräcklig och kan inte alls tillämpas för frysning. Detaljer om möjligheterna till effektivisering och konvertering i Borås och Örnsköldsvik redovisas som exempel i bilaga 1.

För de processer som finns i figur 4.1 men inte i figur 4.2 har inga möjligheter att minska elanvändningen identifierats i de genomförda förhållandevis översiktliga industrianalyserna. Det gäller stödprocesserna pumpning och interntransporter samt tillverkningsprocesserna påläggning, blandning, sönderdelning, förpackning, avverkning och hopfogning. Pumpning och interntransporter står för en mycket liten elförbrukning. För produktionsprocesser är det i princip endast konverteringsåtgärder som har behandlats i dessa studier. För att föreslå effektiviseringsåtgärder (förutom värmeåtervinning och liknande) krävs djupare analys av tillverkningsmetoderna vilket inte ingått i dessa projekt. De nämnda tillverkningsprocesserna där ingen elhushållning föreslagits använder normalt inte elvärme och kan alltså inte heller konverteras.

I figur 4.3 visas den nuvarande elanvändningen för stöd- och produktionsprocesser (hela stapeln) i de studerade företagen samt hur elförbrukningen kan reduceras genom effektivisering och konvertering (jmf Henning 2005). Där framgår tydligt att det är bland stödprocesserna det finns störst möjligheter att minska elanvändningen, i alla fall vad gäller åtgärder som är relativt enkla att identifiera och genomföra. Elhushållningen sker främst genom effektivisering av belysning, tryckluft och ventilation (figur 4.2) som står för huvuddelen av stödprocessernas elförbrukning[94] (figur 4.1). Det kan även ske konvertering av lokaluppvärmning, tappvarmvattenberedning och, i begränsad utsträckning, komfortkylning av lokaler (figur 4.2). Konverteringen kan ske till fjärrvärme om industrin ligger inom räckhåll för ett fjärrvärmenät men får annars ske till biobränsle eller möjligen olja (figur 4.3).

[94] Jmf Trygg (2004), Trygg och Karlsson (2004), Henning (2005), Henning m.fl. (2005)



Figur 4.3. Möjlig elhushållning i studerade industrier (GWh/år)

De åtgärder som föreslagits för produktionsprocesser är mindre omfattande (figur 4.3). Effektiviseringen handlar främst om att återvunnen värme kan utnyttjas för värmning. Tillverkningsprocesser där el används för värmning, torkning och smältning kan konverteras till fjärrvärme om sådan finns tillgänglig och dess temperatur är tillräcklig. Temperaturkraven gör att det bara är en mindre del av konverteringen av produktionsprocesser som kan ske till fjärrvärme. I vissa fall är det endast praktiskt möjligt att ersätta elen med gas, gasol eller olja medan biobränsle kan användas i övrigt.

Stödprocesserna står nu för omkring hälften av elanvändningen i de analyserade industrierna (figur 4.1) men om alla föreslagna hushållningsåtgärder skulle genomföras så skulle i stället tillverkningsprocesserna dominera elanvändningen eftersom åtgärderna i första hand rör stödprocesserna (figur 4.3).

Om all minskad elanvändning antas minska driften av koleldade kondenskraftverk (avsnitt 1.7) skulle elhushållningsåtgärderna i de 42 företagen reducera koldioxid-utsläppen från kolkondenskraftverk med 58 000 ton per år. Konvertering från el till olja och gasol där biobränsle inte kan användas skulle orsaka lokala koldioxid-utsläpp på cirka 1 700 ton per år. Ingen konvertering av uppvärmning och tapp-varmvattenframställning antas då behöva ske till fossila bränslen. Fjärrvärme-produktion sker oftast till en liten del med fossila bränslen och konverteringen till fjärrvärme beräknas leda till utsläpp av omkring 200 ton koldioxid per år.

Sammantaget kan åtgärderna bidra till att minska koldioxidutsläppen i Europa med 56 000 ton per år[95].

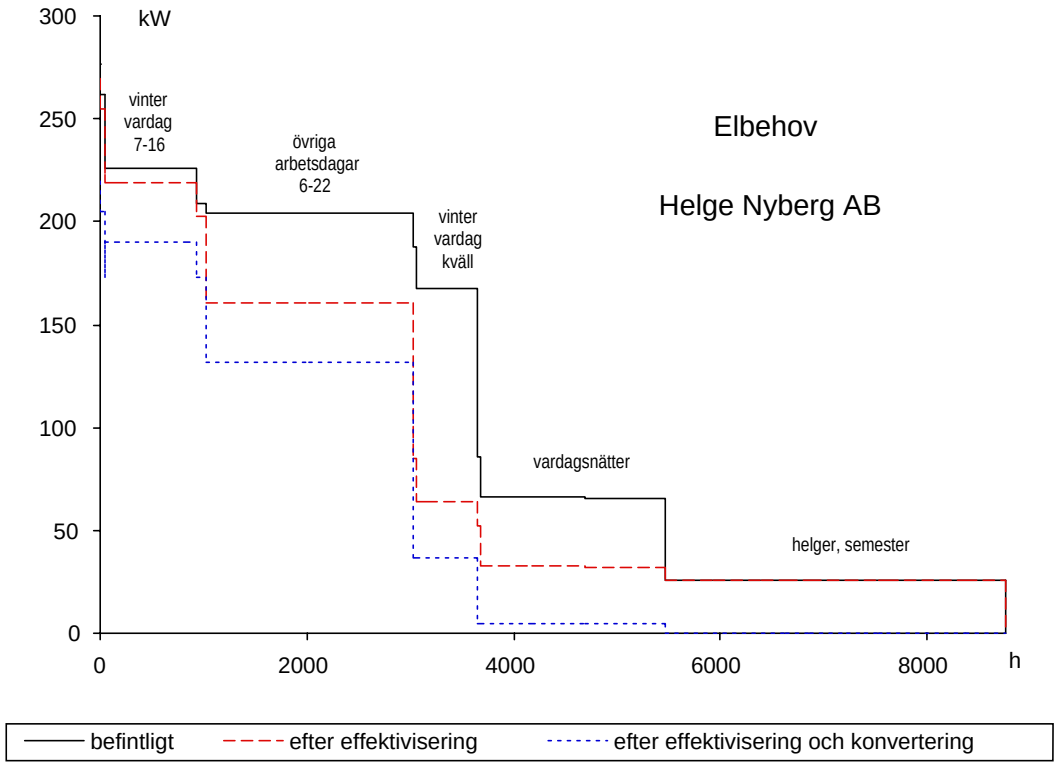
Åtgärderna skulle minska industriernas sammanlagda energikostnad med över 20 miljoner kr per år vid ett elpris på 45 öre/kWh (inkl nätavgift) och med det dubbla om elpriset är 80 öre/kWh[96]. Detta belopp är ett mått på det investeringsutrymme som finns för åtgärderna och som beror av hur elpriset kommer att utveckla sig. Med ett högre elpris blir det mer lönsamt att genomföra de investeringar som oftast krävs för att ställa om energianvändningen mot mindre elberoende. Vissa åtgärder (t.ex. tidsstyrning av ventilation) kräver emellertid så blygsamma investeringar att de torde löna sig mycket snabbt.

4.4 Elanvändningens tidsvariationer i Ulricehamn

I ulricehamnsstudien beräknades mer i detalj under vilka tider elhushållningsåtgärderna verkar. Utgående från drifttider för olika processer och arbetstider har det uppskattats när elanvändningen sker och därmed också vid vilka tider elanvändningen skulle minska genom hushållningsåtgärderna.

Arbetstiden antas i första hand ske under vardagar dagtid kl 7-16, sedan under morgnar, kvällar och nätter på vardagar och därefter helger. I sista hand antas arbete äga rum under helgnätter i juli (jmf Henning 2005). Elanvändning för tillverkning och de flesta stödprocesser antas också ske vid olika tidpunkter enligt denna prioritetsordning. Uppvärmning och komfortkyla antas däremot ha en säsongsberoende prioritetsordning där driften i första hand sker under vinter respektive sommar. Värmebehovet antas vara 80% högre under toppdygn än under vanliga vintervardagar.

[95] Jmf Henning (2005), Trygg m.fl. (2006)
[96] Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004); Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004); Gebremedhin, A och Palm, J (2005); Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006), jmf Trygg (2004), Trygg och Karlsson (2004), Henning (2005), Henning m.fl. (2005)



Figur 4.4. Beräknat tidsberoende elbehov hos ett företag i Ulricehamn under ett år

Figur 4.4 visar som ett exempel beräknat tidsberoende för elanvändningen hos Helge Nyberg AB baserat på årliga energimängder, drifttider och utnyttjade effekter för olika processer. Figur 4.4 visar också hur elbehovet kan påverkas genom effektivisering och konvertering. Effektiviseringen består i första hand av minskad ventilation under icke arbetstid men också av reducerad elåtgång för tryckluft under arbetstid samt en del minskad belysning. Konverteringen utgörs av att uppvärmning och varmvatten inte längre produceras med el. Företaget har en årsarbetstid på 2 500 timmar och företagets elanvändning ligger på en hög nivå under ungefär den tidsrymden i figur 4.4. Perioden ”övriga arbetsdagar 6-22” skulle kunna delas upp i arbetstid med högre elbehov och icke arbetstid med lägre elbehov. I Henning 2005 finns motsvarande kurvor för ett par branscher. Hur fjärrvärmebehovet skulle öka vid konvertering till fjärrvärme visas i avsnitt 3.6.3.

4.5 Avslutning

Den europeiska elmarknadens höga elpriser höjer de svenska elpriserna. För att behålla konkurrenskraften behöver svensk industri minska elanvändningen per producerad enhet. Industrier är större enheter där varje enskild åtgärd får större effekt än i ett hushåll. Mycket el används till belysning, ventilation, tryckluft och att producera värme. Elanvändningen är ofta hög fast ingen tillverkning sker p.g.a. att t.ex. kompressorer är på.

De 42 studerade mindre och medelstora industrierna kan halvera **el**användningen och minska **energi**användningen med 15%. De största möjligheterna att minska

elanvändningen med relativt enkla åtgärder finns för varmvatten, uppvärmning, belysning och värmningsprocesser. Elanvändningen kan minskas genom närvarostyrning och effektivare armaturer för belysning, byte från tryckluftsdrivna handverktyg till direkt eldrivna och reducering av onödig elförbrukning då ingen tillverkning sker genom t.ex. tidsstyrning av ventilation. Användning av el och fossila bränslen för värmeproduktion kan minska genom att utnyttja överskotts-värme eller konvertering till biobränsle eller fjärrvärme. Fjärrvärme som produceras och levereras till låg kostnad kan alstra absorptionskyla som ersätter eldrivna kylmaskiner.

Åtgärderna skulle minska industriernas sammanlagda energikostnad med drygt 20 miljoner kr per år vid ett elpris på 45 öre/kWh och spänner från dem som är nästan gratis till dem som kräver stora investeringar. Åtgärderna i de 42 företagen kan bidra till att minska koldioxidutsläppen i Europa med 56 000 ton per år genom att reducera behovet av el från koleldade kondenskraftverk.

5 Slutsatser

I denna rapport görs en syntes av studier som tidigare genomförts i de fem kommuner som ingår i Energimyndighetens program Uthållig kommun: Borås, Solna, Ulricehamn, Vingåker och Örnsköldsvik. Studierna består av tekniska analyser av energitillförsel och energihushållning i kommunerna ur ett systemperspektiv samt lokala samhällsanalyser som utifrån olika perspektiv analyserat förutsättningar och resurser i kommunerna att utveckla uthålliga energisystemlösningar.

Här visas olika möjligheter att förändra energitillförsel och energianvändning som kan bidra till att ställa om det svenska energisystemet till en mer hållbar utformning. De genomförda sociotekniska analyserna strävar efter att belysa hur man ska få många aktörer (bl.a. företag och hushåll) att vilja delta i förändringar av energitillförsel och energianvändning.

5.1 Att styra mot uthållighet

Inom Uthållig kommunprogrammet har de ingående kommunerna genom samverkan med privata och offentliga aktörer påbörjat flera projekt i syfte att skapa uthålliga energisystem. Detta är ett betydelsefullt långsiktigt arbete som inte minst kräver tålamod och kontinuitet. Vi har genom våra energianalyser av företag och värmeförsörjning pekat på flera olika möjligheter för kommuner att genom samverkan och nätverk arbeta vidare med frågor som rör både energi-tillförsel och energihushållning.

Vi kan också konstatera att våra energianalyser i företagen inte direkt medför att industrierna genomför föreslagna åtgärder. Här krävs det ofta att kommunerna aktivt går in och upprätthåller kontakten med företagen och påminner dem om vikten och vinsterna av att energieffektivisera verksamheten. Att skapa nätverk och mötesarenor är ett framgångsrikt sätt att nå ut till företagen. Att arbeta genom goda exempel har också visat sig vara framgångsikt. Det är tydligt att företag generellt är intresserade av en utökad samverkan och då framför allt med andra företag. Att få ta del av andra företags energiarbete och genomförda åtgärder ansåg företagarna vara mycket givande. Det är samtidigt av stor vikt att man i kommunerna utvecklar strategier för hur nätverken ska fortleva och drivas vidare, men även utvidgas så att fler får ta del av informationen.

I våra studier framkommer att det finns energieffektiviseringsmöjligheter på företag som inte genomförs på grund av att företagen bland annat saknar tid och resurser att hålla sig informerade om möjliga åtgärder. Kommunen har här möjlighet att bistå företagen genom att utveckla den kommunala energirådgivningen riktad mot företag. Den kommunala energirådgivningen kan fungera som informatör kring vilka generella åtgärder som företag kan vidta, t.ex.

installera närvarostyrd belysning, se över ventilationen eller ansluta sig till fjärrvärmenätet.

Energifrågor aktualiseras ofta i företag i samband med andra investeringar eller förändringar i företaget. Det medför att det finns tydliga samordningsvinster att göra internt i en kommun genom att utveckla samarbetet mellan den kommunala energirådgivningen och främst miljökontor och byggnadskontor. Genom att involvera den kommunala energirådgivningen vid byggnadslovsansökningar och vid miljötillsyn kan kommunen rikta sina informationsinsatser till företag i ett skede när mottaglighet är hög. Kommunen kan t.ex. erbjuda ett företag som sökt bygglov att samtidigt få information om möjligheten till energieffektivisering.

Ytterligare möjligheter kommunen har att arbeta offensivt med energi- och miljöarbete är att i sitt planarbete aktivt arbeta med frågor kring var t.ex. utbyggnad av fjärrvärme kan ske, för att på det sättet ge bl.a. industrin möjligheter att ansluta sig till fjärrvärmenätet.

I arbetet med att utveckla uthålliga energisystem är också de kommunalägda energibolagen en stor resurs där kommunerna har möjlighet att direkt styra den framtida inriktningen av energisystemet. Det kan handla om att styra inköpen i ett elhandelsbolag så att enbart förnyelsebar el köps in och att tillsammans med energibolaget utveckla strategier för hur fjärrvärmen kan expandera.

I kommuner som väljer att upphandla t.ex. fjärrvärme blir upphandlingsfasen betydelsefull. Här krävs en grundlig analys av ägarstrukturen hos anbudsgivande företag, samt att undersöka hur etablerat företaget är i branschen. När fjärrvärme-system byggs upp blir valen som kommunen gör i upphandlingen avgörande för andra aktörer i kommunen som vill ansluta sig till fjärrvärmenätet. Detta aktualiserar ett behov av att involvera och ta hänsyn till övriga lokala aktörers intressen i upphandling och etablering av nya fjärrvärmesystem.

Det kan också konstateras att genom att kombinera samverkan och nätverks-byggande med andra styrningsmöjligheter som kommunen har, bl.a. att underlätta för fjärrvärmeexpansion genom den fysiska planeringen, har kommunerna stora möjligheter att påverka och styra energisystemen mot en långsiktig hållbar utveckling.

5.2 Samspel mellan energisystem

Genom systemanalyser kan man beräkna hur tillgängliga resurser bör utnyttjas för att åstadkomma hållbara helhetslösningar för energiförsörjningen. Resultaten ska kunna bidra till att utforma delsystem som är fördelaktiga ur helhetsperspektiv. Analyserna kan utgöra underlag för strategiska energibeslut hos företag, myndigheter och organisationer.

En utgångspunkt för analyserna är att det svenska elsystemet numera är en del av en större internationell helhet med ett ständigt samspel mellan eltillförsel och elanvändning i Sverige och omvärlden. Minskad elförbrukning och ökad elproduktion i Sverige minskar normalt driften och koldioxidutsläppen vid koleldade kondenskraftverk på kontinenten eftersom de oftast är de dyraste kraftverk som är i drift i norra Europa. Utsläppsrätterna för koldioxid (CO_2) har gjort att sambanden uppmärksammats mellan elproduktionskostnaderna för fossileldade kraftverk i våra grannländer och svenska elpriser. Lägre elanvändning i svensk industri och ökad elproduktion i svenska kraftvärmeverk kan vara kostnadseffektiva bidrag till den sänkning av CO_2-utsläppen inom EU som utsläppsrätterna syftar till.

Energibehov kan minskas genom energihushållningsåtgärder. Energihushållning kan ske genom effektivisering som minskar energibehovet och byte av energibärare (konvertering) t.ex. från el till bränsle eller fjärrvärme för värmeproduktion. I båda fallen ska nyttan av energianvändningen vara oförändrad.

5.3 Värmeförsörjning

En byggnads värmebehov består av tappvarmvatten som är ganska konstant under året och uppvärmning som varierar kraftigt mellan årstiderna. En kartläggning av värmebehov och värmetillförsel i olika kommundelar och samhällssektorer i Vingåker visar att småhus där står för det största värmebehovet och att de främst värms med biobränsle och elvärme.

Värmetillförsel ger upphov till CO_2-utsläpp från förbränning av fossila bränslen på plats men även utsläpp från kolkondenskraftverk som producerar elen till värmepumpar och elvärme. I Vingåker är CO_2-utsläppen från sådan elproduktion tre gånger så stora som de lokala utsläppen för att tillgodose värmebehoven.

Konvertering från fossila bränslen och elvärme till biobränsle kan minska koldioxidutsläppen kraftigt. Övergång från fossila bränslen till eldrivna värmepumpar sänker knappast primärenergibehovet och värmepumparnas elanvändning ökar driften och koldioxidutsläppen i koleldade kondenskraftverk.

Värmetätheten (värmebehovet per enhet markyta) skulle kunna användas för att i större utsträckning få med energifrågorna i kommuners fysiska översiktsplanering. Värmetätheten kan bl.a. ge en indikation på vilka orter och stadsdelar som är lämpliga för fjärrvärmenät, t.ex. villaområden. För orterna i Vingåkers kommun varierar värmetätheten mellan 2 och 20 kWh per kvadratmeter markyta beroende på bebyggelsestrukturen och industrins värmebehov.

5.4 Fjärrvärme

Fjärrvärme gör det möjligt att ta tillvara spillvärme från industrier och värme från förbränning av avfall. Fjärrvärmesystemen möjliggör också kraftvärmeproduktion. Fjärrvärmebehov kan därför ses som en resurs.

Genom samarbete kan industri- och energiföretag dra ömsesidig nytta av att utnyttja spillvärmeresurser. Det är ofta även till gagn för konsumenterna genom lägre fjärrvärmetaxa. Vissa industriella värmeöverskott skulle i stället kunna utnyttjas i andra industriprocesser.

Kraftvärme är ett effektivt sätt att generera el där el och värme kan produceras samtidigt om det går att få avsättning för värmen i t.ex. ett fjärrvärmesystem. Kraftvärmeproduktion är miljömässigt gynnsam jämfört med kondenskraft som har sämre verkningsgrad och som dominerar elproduktionen i Europa.

Spillvärme, avfallsförbränning och kraftvärme används oftast för att täcka baslasten av värme, d.v.s. värmebehov som finns under större delen av året. Energikostnaden avgör normalt vilken värmekälla som används. Värmen från avfallsförbränning är oftast billigast följt av spillvärmeleveranser och kraftvärme-produktion. Energibolaget får normalt betalt för att ta hand om avfall. Priset på spillvärme styrs av kostnaderna för att producera fjärrvärme på annat sätt. Kostnaden för värmen från ett kraftvärmeverk beror av den intäkt som erhålls vid försäljning av den samtidigt producerade elen.

Fjärrvärmesystemen i de fem kommunerna har studerats med energisystem-modellen MODEST som minimerar kostnaderna för att täcka energibehov samt speglar effekttoppar och tidsvariationer. Modellen kan finna de mest lämpliga förändringarna i ett energisystem och beräknar den bästa användningen av energibärare och anläggningar.

Ibland kan det råda ”konkurrens” om att täcka fjärrvärmebehovet mellan avfallsförbränning, industriell spillvärme och kraftvärme. MODEST-analysen av Örnsköldsvik visade att byggandet av en avfallseldad panna skulle minska el- och värmeproduktionen i ett biobränsleeldat kraftvärmeverk och därmed minska mängden el som kan ersättas från kolkondenskraftverk och bidraget till minskade koldioxidutsläpp. Om avfall inte bara producerar värme utan även el som t.ex. i Borås kan fjärrvärmesystemen bidra till en större sänkning av CO_2-utsläppen. I ett uthålligt samhälle bör avfallsmängderna som förbränns vara mindre än idag.

Fjärrvärmeproduktion med stora eldrivna värmepumpar, som tar värme ur t.ex. avloppsvatten, torde med ökande elpriser vara lönsamt att ersätta med kraftvärme-produktion t.ex. i Solna. Energibolaget går då från att vara elkonsument till att bli elproducent samtidigt som man övergår från att bidra till en ökning av koldioxid-utsläppen till att underlätta en sänkning av utsläppen.

I mindre fjärrvärmenät täcks ofta baslasten av biobränsleeldade pannor som enbart producerar värme, t.ex. i Vingåker. I större nät täcker ofta sådana pannor de högre värmebehoven under vintern. I nästan alla fjärrvärmesystem finns dessutom oljepannor som täcker de höga värmebehoven under de kallaste vinterdagarna (topplasten). Oljan ger dyr och koldioxidalstrande värme men det skulle vara mycket resurskrävande att bygga t.ex. träfliseldade pannor som bara används några få dagar om året. Delvis skulle dock toppbehoven kunna täckas av pelletseldade pannor vilket sker i Ulricehamn.

Att öka fjärrvärmeunderlaget genom att binda samman fjärrvärmenät kan ofta vara värdefullt för att bättre kunna utnyttja energiresurser eller möjliggöra fördelaktig värme- eller kraftvärmeproduktion. Det planeras bl.a. i Örnsköldsvik.

Kraftvärmeproduktion blir mer lönsam med de högre elpriser som integrationen av Europas elmarknader torde medföra. Fjärrvärmeunderlaget blir då en mer värdefull resurs som bör utnyttjas. Elvärme blir samtidigt dyrare, vilket stärker fjärrvärmens konkurrenssituation och kan ge nya fjärrvärmekunder i industrier, lokaler och bostäder.

Många villaägare installerar nu värmepumpar, även i områden där husen skulle kunna anslutas till ett fjärrvärmenät. Om det ur ett helhetsperspektiv är fördelaktigt med utbyggd fjärrvärme bör styrmedel, prissättning och andra insatser göra det intressant och fördelaktigt för den enskilde energianvändaren att välja energilösningar som är gynnsamma ur ett vidare perspektiv.

Byggnader med värmepumpar eller nya pannor kan inte räknas in i värmeunderlaget för fjärrvärme. Det är den kvarvarande värmetätheten när befintlig uppvärmning beaktats som avgör om det lönar sig att anlägga fjärrvärmenät. I områden där fjärrvärmenät planeras inom några år kan fjärrvärmeföretaget sälja värme från t.ex. pelletspannor för en förmånlig fjärrvärmetaxa för att försäkra sig om att inte förlora framtida fjärrvärmekunder.

Fjärrvärme kan även ersätta el eller bränsle för värmeproduktion i industrier. Det kan vara mer lönsamt än villor eftersom det är större enheter som ansluts. I Borås kan de flesta studerade industrier anslutas till fjärrvärme och behöver i snitt 400 MWh/år.

Fjärrvärmeleveranser till industrier är mer jämnt spridda över året eftersom de delvis beror på tillverkningsprocesser som inte varierar med utomhustemperaturen. Genom att ansluta fler industrier där fjärrvärmen delvis används i tillverkningen kan den årligen levererade energimängden ökas mer än vad toppeffekten ökar. Därmed skulle baslastanläggningar kunna utnyttjas mera utan att topplastproduktionen (vanligen oljepannor) behöver öka så mycket.

Fjärrvärmeefterfrågan kan också öka genom installation av absorptionskyla där fjärrvärme används för att producera kyla i första hand för kylning av lokaler. Det kan då ersätta eldrivna kompressorkylmaskiner och därmed minska elbehovet. Det förutsätter att fjärrvärme kan produceras till låg kostnad genom t.ex. spillvärme eller avfallsförbränning som i Borås samt att den låga kostnaden även förmedlas till kunden genom en låg fjärrvärmetaxa.

Kraftvärmeverk är tunga anläggningar som kräver en lång drifttid för att minskningen av de rörliga värmeproduktionskostnaderna, bl.a. genom intäkter från elförsäljning, ska uppväga den stora investeringskostnaden. Synergieffekter kan uppstå om en kraftvärmeanläggning kan leverera både värme till ett fjärr-

värmenät och ånga till en industri vilket planeras i Örnsköldsvik. Ångbehovet i en industri med kontinuerlig drift utgör ett mycket bra underlag för kraftvärmeproduktion. Kraftvärmeverkets drifttid förlängs genom samproduktion av fjärrvärme och industriånga vilket gör ett större kraftvärmeverk lönsamt. De tunga investeringskostnaderna kan bäras både av fjärrvärmeverksamheten, ångförsörjningen och ökade intäkter från elförsäljning. Sådana samarbetsprojekt mellan fjärrvärmebolag och industriföretag kan därför öka svensk elproduktion genom kraftvärme, vilket kan minska driften av koleldade kondenskraftverk på kontinenten och därmed bidra till att minska koldioxidutsläppen. Fjärrvärmesystem med kraftvärmeverk innebär ofta en nettosänkning av CO_2-utsläppen, exempelvis för en stor anläggning i Örnsköldsvik med 140 000 ton per år.

5.5 Värmehushållning

Tilläggsisolering av byggnader för att minska uppvärmningsbehovet kan i många fall vara önskvärt men ur ett samhällsperspektiv kan det ofta vara fördelaktigt att få avsättning för spillvärme från industrier, avfallsförbränning eller kraftvärmeproduktion i fjärrvärmeanslutna hus. Värdet av värmehushållning i hus med fjärrvärme, med hänsyn till ekonomi, miljö och andra resurser, beror på när och hur en åtgärd påverkar värmebehovet och på vilket sätt fjärrvärmen produceras när åtgärden verkar. Det kan vara gynnsamt att minska värmebehovet under riktigt kalla dagar då dyra och starkt miljöpåverkande anläggningar som oljepannor används.

Tilläggisolering och liknande åtgärder gör större verkan ju kallare det är ute. Det innebär att värmehushållningsåtgärder minskar behovet av dyra topplastanläggningar (oftast olja) men inte påverkar driften av baslastanläggningar (t.ex. avfallsförbränning) så mycket. I t.ex. Ulricehamn skulle sådana åtgärder göra att baslasttillförseln (spillvärme) kunde stå för en större andel av värmetillförseln.

För Solna beräknades hur energihushållningsåtgärder minskade värmebehovet med hjälp av energimodellen OPERA. Samspelet mellan energihushållningsåtgärderna och fjärrvärmeproduktionen studerades med energisystemmodellen MODEST.

I ett hus med dåligt isolerad vind är det lämpligt att anbringa cirka 25 cm extra isolering på vindsbjälklaget. Det skulle både minska uppvärmningskostnaden för husägaren och värmeproduktionskostnaden för fjärrvärmeleverantören i Solna eftersom det skulle minska värmebehovet med omkring 10% under vintern.

Om ytterväggarna på ett hus är dåligt isolerade bör man lägga på 10-15 cm isolering nästa gång fasaden renoveras. Tvåglasfönster som behöver åtgärdas bör ersättas av treglasfönster med lågemissionsskikt. Sådana åtgärder minskar behovet av dyr fjärrvärmeproduktion på vintern i Solna. Värmehushållningsåtgärderna skulle inte minska värmeunderlaget och lönsamheten för ett framtida kraftvärmeverk i Solna.

Fjärrvärmekunder som installerar solvärme köper mindre värme på sommaren och minskar därmed driften av baslastanläggningar (t.ex. kraftvärme) vilket ofta är till nackdel för energibolaget. Fjärrvärmetaxan bör vara utformad så att kunden finner det lönsamt med sådan värmeförbrukning som är gynnsam ur helhetssynpunkt. Genom att låta fjärrvärmepriset variera under året sänder fjärrvärmebolaget i bl.a. Solna en signal till kunderna om vilka åtgärder som är önskvärda ur värmeleverantörens synvinkel.

Då det är kallt ute skulle man kunna kyla lokaler med kall uteluft (frikyla) i stället för att använda kylanläggningar. Ventilation bör stängas av genom tids- eller närvarostyrning då lokaler inte används, vilket minskar både förbrukningen av driftel och värmebehovet.

5.6 Energihushållning i industrier

Den europeiska elmarknadens höga elpriser höjer de svenska elpriserna. För att behålla konkurrenskraften behöver svensk industri minska elanvändningen per producerad enhet. I denna studie presenteras möjlig reducering av industrins elanvändning genom effektivisering och konvertering. Minskad elanvändning möjliggör ökad elexport som minskar kolkondensproduktion och CO_2-utsläpp.

Om kommunen ska prioritera var de begränsade resurserna att stimulera energihushållning ska sättas in så har industrier den fördelen att de är större enheter där varje enskild åtgärd normalt får större effekt än i ett hushåll.

De genomförda studierna omfattar 42 mindre och medelstora industrier från olika branscher i Borås, Ulricehamn, Vingåker och Örnsköldsvik. El används både för tillverkningsprocesser som producerar varor och stödprocesser som stöder tillverkningen. Stödprocesserna står för nästan halva elanvändningen, särskilt belysning, ventilation och tryckluft. Mycket el används till att producera värme för lokaluppvärmning och tappvarmvatten samt smältning, värmning och torkning. Elanvändningen är ofta hög fast ingen tillverkning sker p.g.a. att belysning, ventilation, kompressorer och pumpar är i drift.

Elanvändningen kan minskas genom effektivisering och reducering av onödig elförbrukning då ingen tillverkning sker. El som används för värmeproduktion bör ersättas av bränsle eller fjärrvärme. Om fjärrvärme finns tillgänglig kan den användas för uppvärmning och tappvarmvattenberedning samt för tillverknings-processer där fjärrvärmens temperatur är tillräcklig. Annars kan konvertering ske till bränsle. I vissa fall är det endast praktiskt möjligt att ersätta el med gas, gasol eller olja medan biobränsle kan användas i övrigt.

De studerade industrierna kan halvera sin **el**användning genom effektivisering och konvertering. Konverteringen betyder att el byts mot andra energibärare medan effektiviseringsåtgärderna innebär att **energi**användningen minskar med 15%. De största möjligheterna att minska elanvändningen finns för stödprocesserna

tappvarmvatten, lokaluppvärmning och belysning samt tillverkningsprocessen värmning men även för torkning och smältning.

Bland stödprocesserna finns de bästa möjligheterna att minska elanvändningen genom åtgärder som är relativt enkla att genomföra. Elhushållningen sker främst genom effektivisering av belysning, tryckluft och ventilation. Det innebär att onödig elanvändning upphör (i första hand under icke arbetstid) och genom att effektivare utrustning installeras. Effektivare belysningsarmaturer, lägre installerad effekt och närvarostyrning minskar elförbrukningen. Genom tidsstyrning undviks onödig drift av ventilation utanför arbetstid. Verkningsgraden för tryckluftsanläggningar är låg och det förekommer ofta läckage. Om tryckluftsdrivna handverktyg ersätts med direkt eldrivna verktyg minskar elförbrukningen kraftigt.

Det kan även ske konvertering av lokalvärme och varmvatten från el till fjärrvärme eller biobränsle. I en del industrier kan man utnyttja överskottsvärme från produktionsprocesser till uppvärmning, tappvarmvatten och värmningsprocesser.

För tillverkningsprocesser är det i princip endast konverteringsåtgärder (och inte effektivisering) som har behandlats i dessa studier. El som används för värmning, torkning och smältning kan ersättas av fjärrvärme, biobränsle, olja eller gas beroende på vad som passar processen.

Sammantaget kan åtgärderna i de 42 företagen bidra till att minska koldioxidutsläppen i Europa med 56 000 ton per år genom att reducera behovet av el från koleldade kondenskraftverk.

Åtgärderna spänner från dem som är nästan gratis till dem som kräver stora investeringar. Att minska elanvändningen då det inte sker någon tillverkning kan till stor del ske genom billiga tidur. Med ett högre elpris blir det mer lönsamt att genomföra investeringar.

Åtgärderna skulle minska industriernas sammanlagda energikostnad med över 20 miljoner kr per år vid ett elpris på 45 öre/kWh (inkl nätavgift) och med det dubbla om elpriset är 80 öre/kWh. Detta belopp är ett mått på det investeringsutrymme som finns för åtgärderna.

Resultaten bör ses som en indikation på hur energianvändningen i industrier kan förändras mot minskad elanvändning och inom vilka områden de största möjligheterna finns.

5.7 Förslag och idéer för energi- och miljöarbete i kommuner

Kommuner, företag och andra aktörer kan arbeta på många sätt för att utveckla uthålliga lokala energisystem.

Erfarenheter från Uthållig kommunprogrammet visar att lärdomar och effektiva strategier är att:

- Ordna olika typer av forum där aktörer kan få idéer, lära sig mer och diskutera kring energitillförsel och effektiviseringsåtgärder
- Bilda nätverk för erfarenhetsutbyte och gemensamma satsningar utifrån företags och organisationers önskemål och problem
- Bjuda in experter och forskare för seminarier kring t.ex. möjligheter till energihushållning
- Mobilisera lokala fastighetsägare i långsiktigt energieffektiviseringsarbete.
- Det går att minska energianvändningen i industrin vilket minskar energikostnaderna.
- Minskad elanvändning i industrin kan bidra till att minska koldioxidutsläppen.
- Enkla åtgärder kan minska energianvändningen avsevärt, t.ex. att stänga av belysning och ventilation när de inte behövs samt att byta till mer effektiva belysningsarmaturer.
- El som används för att ge värme kan ersättas av bränsle eller fjärrvärme.
- Uppmärksamma företagen på möjligheter till energihushållning och att de kan minska kostnaderna.
- Skapa kontinuerliga, långsiktiga kontakter med företag för att upprätthålla satsningar på energiområdet.
- Öka samverkan mellan de kommunala förvaltningskontoren. Erbjud energirådgivning i samband med bygglovsärenden och miljökontorets tillsynsverksamhet.
- El som produceras i kraftvärmeverk minskar elproduktion och koldioxidutsläpp i kolkraftverk.
- De stigande elpriserna gör kraftvärme mer lönsamt.
- Ökad anslutning av industrier till fjärrvärmesystemet bidrar till att öka underlaget för kraftvärmeproduktion.
- Utnyttja det kommunala planmonopolet och planera till exempel för var och hur fjärrvärmesystemen kan expandera.
- Fjärrvärmetaxan bör spegla kostnaderna för värmeproduktionen så att kunderna väljer t.ex. lämpliga effektiviseringsåtgärder.
- Involvera de kommunägda energibolagen i de politiska beslutsprocesserna och styr bolagen så att de agerar i enlighet med de kommunala miljö- och energimålen.

5.8 Fortsatt arbete

Dessa analyser skulle kunna kompletteras med en inventering av förnybara energiresurser i en kommun i form av vattenkraft och vindkraft, biobränsle från skog och jordbruksmark samt eventuellt solenergi för att belysa hur stor del av energibehoven som de lokala resurserna skulle kunna täcka och hur mycket energi som behöver tillföras utifrån. Man kan då närma sig en vision om att en kommuns resurser ska tillvaratas genom att ta del av de kretslopp och energiflöden som finns, utan att förbruka större del än vad som kan återskapas.

I en kommuns fysiska översiktsplan beskrivs hur marken bör användas och bebyggelsen utvecklas. Planen kan ha stor betydelse för om kommunens utveckling kan bli hållbar och skapa förutsättningar för minskad energianvändning och förnybar energitillförsel. Arbetsmetoder kan utvecklas som underlättar att få med energifrågorna vid framtagandet av fysiska översiktsplaner. Energibalanser kan upprättas mellan energibehov och tillvaratagande av lokala potentialer av förnybar energi. Energirelaterade planindikatorer för dagsläget och ett par framtidsbilder kan användas i planeringsprocessen. Analysen av Vingåker är en pilotstudie där värmebehov och värmetillförsel i olika kommundelar och samhällssektorer kartlagts samt belysts i några framtidsscenarier (avsnitt 3.1.2, 3.2.1). Värmetätheten är ett resultat som kan användas för att i större utsträckning integrera energifrågorna i fysisk planering.

Energikällor och energibärare skulle kunna rangordnas så att lokalt tillgängliga energiresurser som är svåra att transportera bör utnyttjas i första hand, t.ex. spillvärme, därefter regionala som avfall, sedan biobränsle och andra förnybara energikällor, därefter fossila bränslen och i sista hand el, i turordning efter ökande resursförbrukning, transporterbarhet och energitäthet. El och fossila bränslen bör i så fall bara användas där andra energibärare är omöjliga eller mycket dyra att använda, t.ex. för drift av maskiner.

En hållbar nivå på koldioxidutsläppen ligger långt under dagens nivå. I denna studie visas olika möjligheter att sänka koldioxidutsläppen. I vissa fall finns kostnadsberäkningar men i många fall saknas kostnadsuppskattningar. Vidare studier kan visa på kostnaden för att reducera utsläppen och vinsterna med att göra det på ett klokt sätt.

Vi har visat på hur verksamhet kan organiseras för att främja en hållbar utveckling. Vidare studier kan fokusera möjligheter och begränsningar som finns för att göra politiska omprioriteringar t.ex. i budget som bidrar till att förändra energisystemens utveckling mot denna inriktning med kraftigt reducerade utsläppsnivåer.

6 Källor

Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development/ Rio declaration on Environment and Development, United Nations Department of Public Information, 1993.

Azar C, Lindgren K, *Energiläget 2050, Fysisk resursteori*, Chalmers, Göteborg.

Bohlin, H, Henning, D och Trygg, L (2004), *Energianalys Ulricehamn*, Rapport ER 17:2004, Energimyndigheten, Eskilstuna.

Carlson, A (2002), *Considering External Costs – Their Influence on Technical Measures in Energy Systems*, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertations No. 766, Linköpings universitet.

Dag, S (2000), *Volvo Faces a Deregulated European Electricity Market*, Dissertation No. 663, LiTH, Linköping.

Dahlgren, P, Meyer, L och Sturesson, J (1992), *Kommunerna som företagsägare – aktiv koncernledning i kommunal regi*, Ds 1992:111, Stockholm: Finansdepartementet.

Danestig M. och Henning D. (2004), *Increased system benefit from cogeneration due to cooperation between district heating utility and industry*, Proceedings of the 9th international symposium on district heating and cooling, Espoo, Finland, 30-31 August, red. T. Savola, Maskinteknik, Helsingfors tekniska högskola, Energy engineering and environmental protection publications TKK-ENY-20, pp. 97-104.

Delegationen för ekologisk hållbar utveckling, Lokala investeringsprogram. *Kommunerna som motor i den ekologiska omställningen av samhället*, förslag 970618.

Eckerberg, K och Forsberg, B (1998), ”Implementing Agenda 21 in Local Government: the Swedish experience”, *Local Environment*, vol 3, nr 3.

Edén, M (1991), *Starta energihushållning i småindustriområden. Hur företagare påverkas av energirådgivning*, Byggforskningsrådet Rapport R41:1991.

Ekelund, B (2005), *Energisystemet är också en fråga om planutformning!*, Licentiatavhandling, Luleå tekniska universitet.

Energimyndigheten (2002), Projektdirektiv 2002-09-09, *Uthållig kommun*.

Energimyndigheten (2004), *Energiläget 2004*, Eskilstuna.

Energimyndigheten (2005), *Uthållig kommun – andra året*, ER 2005:13, Eskilstuna.

Fell, A (2005), *Lokala initiativ med globala mål*, ER 2005:24, Eskilstuna: Energimyndigheten.

Fidjeland L, Hagnell A (2004), *GUS-lok indikatorlista - kartläggning av miljöindikatorer*, Plan- och miljösektionen, Svenska kommunförbundet, Stockholm.

Finansdepartementet (2005) *Lag (2005:962) om ändring i lagen (1999:673) om skatt på avfall*.

Franzén, T (2005), *ENSAM: Energianalysmetod för industriella energisystem*, LiU-TEK-LIC-2004:21, Linköpings universitet.

Frederiksen, S och Werner, S (1993) *Fjärrvärme: Teori, teknik, funktion*, Studentlitteratur, Lund.

Gebremedhin, A (2003), *Regional and Industrial Co-operation in District Heating Systems*, Dissertation No. 849, LiTH, Linköping.

Gebremedhin, A, Glad, W och Gustafsson, S-I (2004), *Energianalys Solna*, Rapport ER 16:2004, Energimyndigheten, Eskilstuna.

Gebremedhin A. och Moshfegh B. (2004), "Modelling and optimization of district heating and industrial energy system - an approach to a locally deregulated heat market", *International Journal of Energy Research*, Vol. 28, No. 5, pp. 411-422.

Gebremedhin, A och Palm, J (2005), *Energianalys Borås*, Rapport ER 2005:28, Energimyndigheten, Eskilstuna.

Gebremedhin, A, Henning, D och Palm, J (2006), *Energianalys Vingåker*, Rapport ER 07:2006, Energimyndigheten, Eskilstuna

Gustafsson, S-I (2000), "Optimisation of insulation measures on existing buildings", *Energy and Buildings*, Vol. 33, pp. 49-55.

Gustafsson, S-I, Karlsson, B G (1989) "Life-Cycle Cost Minimization Considering Retrofits in Multi - Family Residences", *Energy & Buildings*, Vol. 14, No. 1, pp 9 - 17.

Hallgren, T (1997), *Fakta och argument om kommunala företag*, Stockholm: Svenska Kommunförbundet.

Hansson, L och Lind, J-I (1998), *Ägandets professionalisering i kommunala företag några observationer och idéer som underlag för diskussion*, Stockholm: Svenska Kommunförbundet.

Halvtidsutvärdering Uthållig kommun, Luleå Tekniska Universitet, 20050920-21, fältanteckningar.

Henning, D (1998), "Cost Minimization for a Local Utility through CHP, Heat Storage and Load Management", *International Journal of Energy Research*, Vol. 22, No. 8, pp. 691-713.

Henning, D (1999), *Optimisation of Local and National Energy Systems: Development and Use of the MODEST Model*, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertations No. 559, Linköpings tekniska högskola (LiTH), Linköping.

Henning D (2005), *El till vad och hur mycket i svensk industri: ett projekt i Energimyndighetens forskningsprogram*, Allmänna energisystemstudier, slutrapport, IKP Energisystem LiTH / Optensys Energianalys, Linköping, http://www.stem.se/WEB\STEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC12570F1002C4DB9/$file/El%20till%20vad%20och%20hur%20mycket%20i%20svensk%20industri.pdf

Henning, D, Hrelja, R och Trygg, L (2004), *Energianalys Örnsköldsvik*, Rapport ER 15:2004, Energimyndigheten, Eskilstuna.

Henning, D, Trygg, L, Glad, W, Gustafsson, S-I: (2005), ”Socio-technical analyses of energy supply and use in three Swedish municipalities striving toward sustainability”, Vetenskap för hållbar utveckling- utgångspunkter, dialog och kritisk reflektion (www.ieh.se/vhu), Västerås, 14-16 april.

Henning, D, Amiri, S, Holmgren, K (2006, kommande), “Modelling and optimisation of electricity, steam and district heating production for a local Swedish utility”, *European Journal of Operational Research*.

Holmgren K (2006, kommande) “The role of a district heating network as a user of waste heat supply from various sources – the case of Göteborg”, *Applied Energy*.

Holmgren K, Gebremedhin A, (2004), “Modelling a district heating system: introduction of waste incineration, policy instruments and co-operation with an industry”, *Energy Policy*, Vol. 32, pp. 1807–1817.

IPCC (2001). *Summary for Policymakers—A Report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, www.ipcc.ch, WMO, Genève, Schweiz.

Karlsson B. G., Söderström M., Henning D. (1995), *Simulering av kärnkraftsavvecklingen på uppdrag av Energikommissionen*, LiTH-IKP-R-888, LiTH, Linköping.

Levinson N och Freiman R (2005), *Optimal kraftvärme- och nätinvestering i Stockholms fjärrvärmesystem*, LiTH-IKP-Ex--05/2307--SE, Linköpings tekniska högskola, Linköping

Meyer, L (1999), *Att hantera kommunala bolag – ägarroll & styrelsefunktion*, Stockholm: Komrev.

Miljödepartementet (2001) *Förordning (2001:512) om deponering av avfall*.

Montin, S (2004), *Moderna kommuner*, Stockholm: Liber.

Nord-Ågren E (2002), *The Electricity Usage Pattern for Cooker Manufacturing in Three European Countries: A Benchmarking Study of Electrolux Factories*, LIU-TEK-LIC-2002:60, Thesis No. 987, LiTH, Linköping.

Palm, J (2004), *Makten över energin - policyprocesser i två kommuner 1977-2001*, Linköping Studies in Arts and Science no 289, Linköpings universitet, Linköping.

Paulsson, I, Riberdahl, C och Westerling, P (1997), *Kommunallagen. Kommentarer och praxis med ändringar t o m 1 januari 1998*, Stockholm: Kommentus Förlag.

Persson A, Rydstrand C, Hedenskog P (2005) *Allt eller inget – Systemgränser för byggnaders uppvärmning*, (www.stem.se) ÅF Energi & Miljö AB, Stockholm.

Proposition. 1993/94:111, *Med sikte mot hållbar utveckling.*

Proposition 2001/02:143, *Samverkan för en trygg, effektiv och miljövänlig energiförsörjning*.

Renhållningsverksföreningen (2004) *Avfallsförbränning. Utbyggnadsplaner, behov och brist*, RVF-report 04:02. Malmö.

Sandberg P. och Söderström M. (2003), "Industrial energy efficiency: the need for investment decision support from a manager perspective", *Energy Policy*, Vol. 31, pp. 1623-1634.

Sandberg T och Overland C (2003) *Nulägesanalys – Värmekällors andelar av värmemarknaden för småhus,* Värmegles 2003:1, Svensk Fjärrvärme, 101 53 Stockholm.

SCB (2004) *Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2003*, Statistiska meddelanden EN 16 SM 0404, Statistiska centralbyrån, Örebro.

SCB (2005) *Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2005*, Statistiska centralbyrån, Örebro.

Seminarium, "Mötesplats Uthållig kommun" 20041201, Eskilstuna, STEM, fältanteckningar.

SFS 1977:439, *Lag om kommunal energiplanering.*

Sorell et. al. (2000), *Reducing barriers to energy efficiency in public and private organizations*, SPRU (Science and Technology Policy Research), Brighton, UK.

Sjödin, J., Henning, D., (2004), "Calculating the marginal costs of a district heating utility", *Applied Energy* 78 (1), 1–18.

Statens energimyndighet (2002) *Värme i villan*, Eskilstuna.

Statens energimyndighet (2004) *Planering för bioenergi – bioenergifrågor i kommunal översiktlig planering*, ET20:2004, Eskilstuna.

Statens energimyndighet (2005), *Uthållig kommun – andra året,* ER 2005:13, Eskilstuna.

Stem (2005) Prisutvecklingen på el och utsläppsrätter samt de internationella bränslemarknaderna, ER 2005:35, Energimyndigheten, Eskilstuna.

Sundberg, G, Sjödin, J (2003), "Project financing consequences on cogeneration: industrial plant and municipal utility cooperation in Sweden", *Energy Policy*, Vol. 31, No. 6, pp. 491-503.

Trygg L. (2002), *Systemförändringar av Industriell Energianvändning i Oskarshamn*, LiTH-IKP-R-1225, Linköpings universitet.

Trygg, L, Karlsson, B (2004), "Industrial DSM in a European electricity market - a case study of 11 industries in Sweden", *Energy Policy*, Vol. 33, No. 11, pp 1445-1459.

Trygg L (2004), "Generalized method for analysing industrial DSM towards sustainability in a deregulated electricity market- method verification by applying it in 22 Swedish industries", Securing Critical Infrastructures, Grenoble, 25-27 October.

Trygg L, Gebremedhin A, Karlsson B (2006, kommande) "Resource effective systems through changes in energy supply and industrial use: the Volvo - Skövde case", *Applied Energy*.

Wuopio, M. (2002), *Ett energisystem i en föränderlig omvärld—Långsiktig energisystemanalys av Vattenfall Värme Uppsala AB*, LiTH-IKP-Ex-1917, Linköpings tekniska högskola, Linköping.

www.epec.se.

www.naturvardsverket.se.

www.nordpool.com.

www.scb.se.

www.svenskfjarrvarme.se.

www.varmegles.com.

7 Bilagor

7.1 Elanvändning och elhushållning i analyserade industrier

Tabell 7.1. Elanvändning och möjligheter till elhushållning i analyserade industrier i Borås (MWh/år)

		All-mans	Borg-stena textile	ECO Borås-tapeter	Dalsjö-fors slakteri	Eka chemi-cals	Elenco	Ellos	Göta färgeri	Parker Hanni-fin	Sven-skt konst-silke	Borås
SNI-kod		15130	17600	21240	1511	24130	31501	52	17300	291	17549, 24700	-
Arbetstid (h/år)		2200	5000	3000	2160	4000	6188	3825	5000	6188	6700	4426
Total Energianvändning		1800	2150	9180	3000	5960	1217	12728	15543	10205	12053	73836
El		1200	1800	7450	1600	1360	667	8890	2900	9053	8551	43471
Fjärrvärme								3838			3502	7340
Olja		600	350		1400	4600	550		8470			15970
Gasol/Naturgas				1730					4173	1152		7055
Stödprocesser	Specificerat	190	1310	3080	510	343	160	4500	630	3500	1880	16103
	Totalt	190	1314	3874	624	558	160	4534	899	5522	1881	19556
Belysning	Nuläge	100	260	920	190	120	80	2600	100	600	690	5660
Effektivisering		50	60	750	110	60	30	1330	30	280	230	2930
Ventilation	Nuläge		220	660	100	100	10	1100	190	2200	900	5480
Effektivisering			80	130	20	20	2	220	40	400	180	1092
Tryckluft	Nuläge	30	100	520	220	30	30	100	120	600	190	1940
Effektivisering		3	50	133	100	6	15	10	12	60	10	399
Lokalkomfort	Nu: Värme	60	552	558	0	48	24	0			0	1242
	Nu: Kyla		130	50		13		700		100		993
Effektivisering			70			24						94
Konvertering:	Fjärrvärme	60	552	608		37	24	700		100		2081
Tappvarmvatten	Nuläge	0	48	372	0	32	16	0	220		100	788
Effektivisering						16			110			126
Konvertering:	Fjärrvärme		48	372		16	16		110		100	662
Produktionsprocesser	Specificerat	800	486	150	800	27	0	0	0	1000	6670	9933
	Totalt	1010	486	3576	976	802	507	4356	2001	3531	6670	23915
Formning	Nuläge										223	223
Värmning	Nuläge	140								1000	1400	2540
Effektivisering											280	280
Konvertering:	Fjärrvärme	14								1000		1014
Torkning/Koncentration	Nuläge	60										60
Konvertering:	Fjärrvärme	6										6
Hopfogning	Nuläge		476								5047	5523
Kylning/Frysning	Nuläge	600	10	150	800	27						1587
Effektivisering		200										200
Konvertering:	Fjärrvärme			150		27						177
Effektivisering Övrig tomgång		66	75	104	0	62	13	987	0	257	0	1563

Tabell 7.1 forts.

Företag		All-mans	Borg-stena textile	ECO Borås-tapeter	Dalsjö-fors slakteri	Eka chemi-cals	Elenco	Ellos	Göta färgeri	Parker Hanni-fin	Sven-skt konst-silke	Borås
El totalt MWh	Nuläge spec.	990	1796	3230	1310	370	160	4500	630	4500	8550	26036
	övrigt	210	4	4220	290	990	507	4390	2270	4553	1	17435
	Effektivisering	319	335	1116	230	188	60	2547	192	997	700	6684
Konvertering:	Fjärrvärme	80	600	1130	0	80	40	700	110	1100	100	3940
Elanvändning	Efter	801	865	5204	1370	1092	567	5643	2598	6956	7751	32847
	Elminskning	399	935	2246	230	268	100	3247	302	2097	800	10624
Elminskning / specificerad elanvändn		40%	52%	70%	18%	72%	62%	72%	48%	47%	9%	41%
Elminskning / total elanvändning		33%	52%	30%	14%	20%	15%	37%	10%	23%	9%	24%
Stödprocesser	Effektivisering	86	298	1064	230	157	53	2054	192	869	420	5422
	Konvertering	60	600	980	0	53	40	700	110	100	100	2743
varav	fjärrvärme	60	600	980	0	53	40	700	110	100	100	2743
Produktionsprocesser	Effektivisering	233	38	52	0	31	6	494	0	129	280	1262
	Konvertering	20	0	150	0	27	0	0	0	1000	0	1197
varav	fjärrvärme	20	0	150	0	27	0	0	0	1000	0	1197

Vissa uppgifter i boråsrapporten har bearbetats något.

Tabell 7.2. Elanvändning och möjligheter till elhushållning i analyserade industrier i Örnsköldsvik (MWh/år)

Företag		Alvis Hägglund	Avesta Polarit	Industri 1	Glasfiberprodukter	Häggeds Finbageri	Hägglunds Drives	LPAB	Polarbageriet	Profillack	Sanmina	Oscar Strandberg	ÖMV	Örnsköldsvik
SNI-kod		34100	27220	31	26140	15810	29120	20302	15810	28510	32100	28510	28710	
Arbetstid (h/år)		1717	4113	2400	1760	4600	3200	1684	5700	2500	1800	1760	1650	2740
Total Energianvändning		25997	7354	3926	500	3396	17269	705	10386	1966	3883	4647	3100	83129
El		15997	4957	1900	500	2201	12400	300	3500	1388	2256	1903	3000	50302
Fjärrvärme		10000		1617										11617
Olja			2397	409			369		6886	578	1627	2545	100	14911
Gasol/Naturgas						1195								1195
Biobränsle							4500	405						4905
Diesel												199		199
Stödprocesser	Specificerat	10977	2428	655	356	533	3877	214	1142	596	1228	1156	2760	25922
Belysning	Nuläge	3230	411	146	21	126	1610	101	284	186	87	96	140	6438
Effektivisering		2722	49	82	15	6	1329	91	173	140	50	61	87	4805
Ventilation	Nuläge	2450	801	110	52	235	800	79	239	70	550	291	111	5788
Effektivisering		1849	362	62	12	111	85	24		35	435	94	12	3081
Tryckluft	Nuläge	3766	439	240	21	132	500	11	399	142	255	546	132	6583
Effektivisering		1506	307	216	19	119	250	5	359	128	201	491	119	3720
Pumpning	Nuläge	231		53					11		126			421
Lokalkomfort	Nu: Värme		495		262		818		165	198		195	2360	4493
	Nu: Kyla	637	6	15		40	149	2	33		210		7	1099
Effektivisering									165	198				363
Konvertering:	Fjärrvärme		495									195		690
	Olja				252								2360	2612
	Biobränsle						818	2						820

Tabell 7.2. forts.

Företag		Alvis Hägglund	Avesta Polarit	Industri 1	Glasfiberprodukter	Häges Finbageri	Häggluns Drives	LPAB	Polarbageriet	Profillack	Sanmina	Oscar Strandberg	ÖMV	Örnsköldsvik
Tappvarmvatten	Nuläge	231	45	91				21	6			28	10	432
Effektivisering				91					6					97
Konvertering:	Fjärrvärme	231	45									28		304
	Olja												10	10
Interntransport	Nuläge	432	231						5					668
Produktionsprocesser	Specificerat	5020	2529	1245	0	384	8032	71	2356	792	1029	747	151	22356
Påläggning	Nuläge	1220		87						310	11			1628
Formning	Nuläge	420	1860	100		170		5			11		8	2574
Värmning	Nuläge	900	225	289			2157		156		24	250	18	4019
Effektivisering				289										289
Konvertering:	Fjärrvärme											58		58
	Olja	900							156				18	1074
	Biobränsle						519							519
Smältning	Nuläge			291							983			1274
Konvertering:	Olja			291										291
Torkning/Koncentration	Nuläge	120	11	197				25		482		65	17	917
Konvertering:	Fjärrvärme	120												120
	Olja			197										197
	Gasol/Naturgas									482				482
	Biobränsle							25						25
Förpackning	Nuläge		11	83		70			278					442
Sönderdelning	Nuläge	160						41					16	217
Blandning	Nuläge								349					349

Tabell 7.2. forts.

Företag		Alvis Hägg-lund	Ave-sta Pola-rit	Indu-stri 1	Glas-fiber-pro-dukter	Häg-ges Fin-bageri	Hägg-lunds Drives	LPAB	Polar-bage-riet	Profil-lack	San-mina	Oscar Strand-berg	ÖMV	Örn-sköldsvik
Avverkning	Nuläge	1600		141			2533					432	52	4758
Hopfogning	Nuläge	120	422	57			3342						40	3981
Kylning/Frysning	Nuläge	480				144			1573					2197
Effektivisering	Övrig tomgång	911	2194	160	94	219	4070	25	514		619	237		9043
El totalt MWh	Nuläge spec.	15997	4957	1900	356	917	11909	285	3498	1388	2257	1903	2911	48278
	övrigt	0	0	0	144	1284	491	15	2	0		0	89	2024
Effektivisering		6988	2912	900	140	455	5734	145	1217	501	1305	883	218	21398
Konvertering:	Fjärrvärme	351	540	0	0	0	0	0	0	0	0	281	0	1172
(El =>Bränsle)	Olja	900	0	488	252	0	0	0	156	0	0	0	2388	4184
	Gas	0	0	0	0	0	0	0	0	482	0	0	0	482
	Biobränsle	0	0	0	0	0	1337	27	0	0	0	0	0	1364
Elanvändning	Efter	7758	1505	512	108	1746	5329	128	2127	405	951	739	394	21702
	Elminskning	8239	3452	1388	392	455	7071	172	1373	983	1305	1164	2606	28600
Elminskning / specificerad elanvändning		52%	70%	73%	110%	50%	59%	60%	39%	71%	58%	61%	90%	59%
Elminskning / total elanvändning		52%	70%	73%	78%	21%	57%	57%	39%	71%	58%	61%	87%	57%
Stödprocesser	Effektivisering	6533	1815	531	93	346	3699	133	960	501	996	765	218	16588
	Konvertering	231	540	0	252	0	818	2	0	0	0	223	2370	4436
varav	fjärrvärme	231	540	0	0	0	0	0	0	0	0	223	0	994
Produktionsprocesser	Effektivisering	456	1097	369	47	110	2035	13	257	0	310	119	0	4811
	Konvertering	1020	0	488	0	0	519	25	156	482	0	58	18	2766
varav	fjärrvärme	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	178

7.2 Tidsindelning i MODEST-modellen

Denna tidsindelning av året användes i analyserna av Solnas, Ulricehamns, Vingåkers och Örnsköldsviks fjärrvärmesystem (avsnitt 3.6.2-3.6.5). För Borås användes en finare tidsindelning med varje månad för sig (avsnitt 3.6.1). Andra tidsindelningar är också möjliga i MODEST-modellen.

Säsong	Dygnsperiod	
	Dag	Timme
november till mars	vardag	6 - 7
		7 - 8
		8 - 16
		topptimme mellan 8 o 16
		16 - 22
		topptimme mellan 16 o 22
		22 - 06
	toppdygn	6 - 7
		7 - 8
		8 - 16
		topptimme mellan 8 o 16
		16 - 22
		topptimme mellan 16 o 22
		22 - 6
	lör, sön, helg	6 - 22
		22 - 6
april september oktober	vardag	6 - 22
		22 - 6
	lör, sön, helg	6 - 22
		22 - 6
maj juni augusti	vardag	6 - 22
		22 - 6
	lör, sön, helg	6 - 22
		22 - 6
juli	vardag	6 - 22
		22 - 6
	lör, sön, helg	6 - 22
		22 - 6