

Handbok för kartläggning och analys av energianvändning

– Tips och råd från Energimyndigheten

Om denna handbok

Energimyndighetens handbok för kartläggning och analys ger konkreta råd om hur företag kan genomföra en kartläggning och analys av energianvändningen i sitt företag. Den kan användas såväl av ett företag som deltar i programmet för energieffektivisering (PFE) som ett företag som av annan anledning vill genomföra en kartläggning och analys av sin energianvändning.

Den kartläggning och analys som beskrivs är utformad för att uppfylla de krav som ställs på företaget i lagen om program för energieffektivisering. Som en naturlig följd ska den också kunna användas som vägledning för den kartläggning och analys av energiaspekter som ingår i standard för energiledningssystem SS 62 77 50. Den här handboken avser dock enbart kartläggning och analys, vilken syftar till att identifiera och kvantifiera förbättringsmöjligheter. Energiledningsstandardens kartläggning och analys av energiaspekter omfattar även andra mer organisatoriska och informationsmässiga delar, vilka inte tas upp här.

Denna handbok ska ses som ett *hjälpmedel* för företag som vill genomföra energikartläggning och -analys. Nationella standarders krav samt lag, förordning och föreskrifter för PFE gäller dock alltid *före* denna handbok om standardernas eller lagstiftningens krav skiljer sig från informationen i denna handbok. I vissa fall finns även branschrelaterad praxis för energikartläggning och -analys, som i sådana fall också kan användas som ett stöd.

Innehållsförteckning

Handbok för kartläggning och analys av energianvändning – Tips och råd från Energimyndigheten	1
Om denna handbok	1
Innehållsförteckning	2
Genomförande av kartläggning och analys.....	3
Beskrivning av anläggningen.....	4
Hur utformas en beskrivning av anläggningen	5
Kartläggning av anläggningens aktuella energianvändning	6
Presentation av hela anläggningens energiflöden	8
Redovisning av bruttotillförsel, försäljning och nettotillförsel av energi	9
Användning av nettotillförd energi.....	10
Redovisning av väsentliga variationer i energianvändningen	12
Anläggningens energianvändning på kort sikt.....	12
Presentation av hela anläggningens energiflöden	13
Redovisning av bruttotillförsel, försäljning och nettotillförsel av energi	14
Användning av nettotillförd energi.....	14
Redovisning av väsentliga variationer i energianvändningen	15
Anläggningens energianvändning på lång sikt	15
Hur utreds energianvändningen på lång sikt.....	15
Sökande efter åtgärder för energieffektivisering	16
Hur identifieras åtgärder för effektivisering	17
Bedömning av teknisk potential.....	18
Praktisk och ekonomisk rimlighetsbedömning.....	20
Teknisk och ekonomisk kvantifiering av åtgärder.....	20



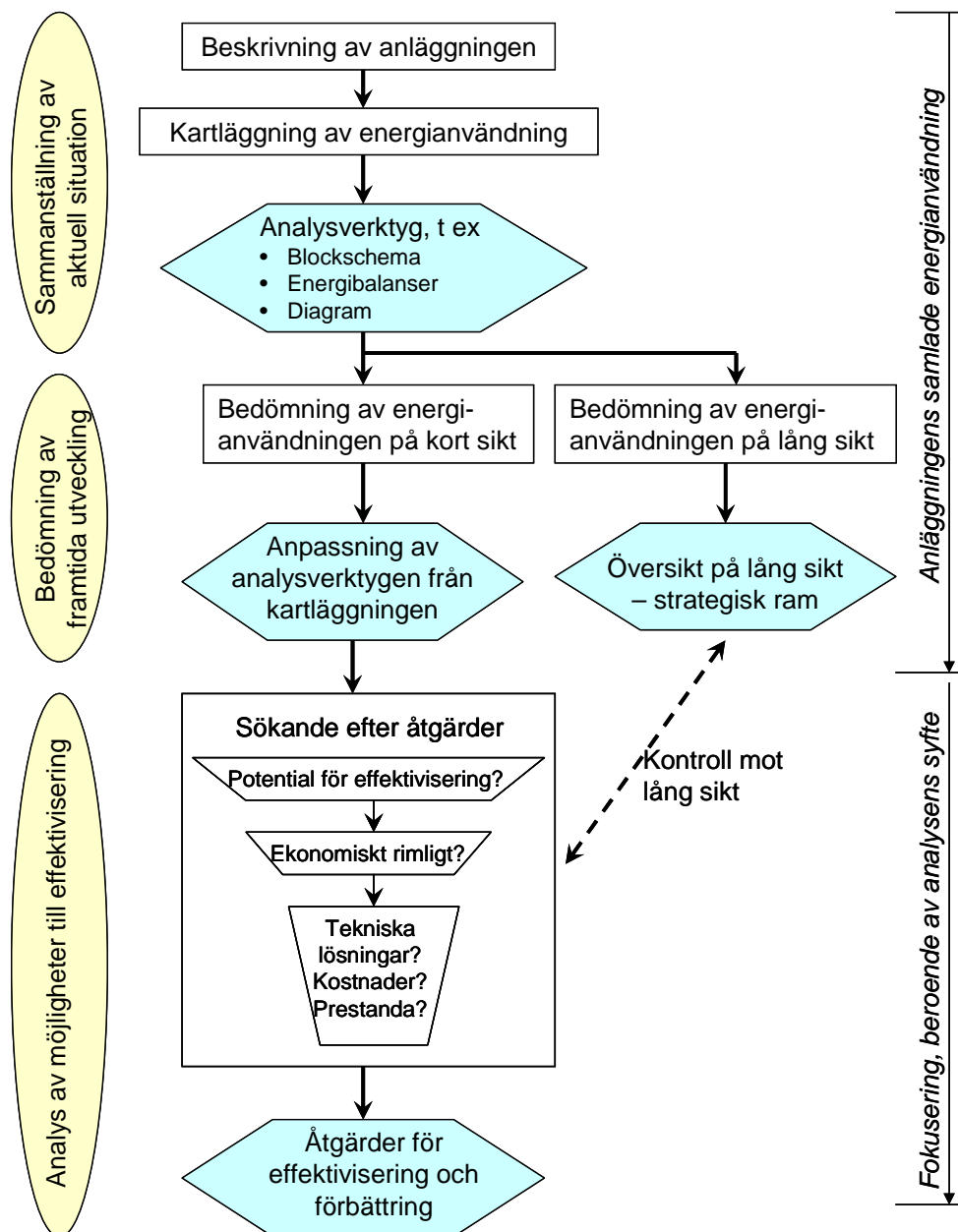
Genomförande av kartläggning och analys

Genomförandet av kartläggningen och analysen är i den här handboken uppdelat i fem huvudmoment:

- **Beskrivning av anläggningen**, d v s vilken anläggning som avses och vad som ingår.
- **Kartläggning av anläggningens aktuella energianvändning**, d v s hur mycket energi som använts under det aktuella året, var och till vad.
- **Anläggningens energianvändning på kort sikt**, d v s förväntad energianvändning under de närmaste åren, med hänsyn tagen till planerade och förväntade förändringar.
- **Anläggningens energianvändning på lång sikt**, d v s en övergripande utredning av eventuella större förändringar i anläggningens energianvändning, åtminstone 10 år framåt i tiden.
- **Sökande efter åtgärder för energieffektivisering**, d v s identifiering, värdering och kvantifiering av konkreta tekniska åtgärder som leder till en effektivare energianvändning. Sökandet utgår från anläggningens energianvändning på kort sikt, eftersom redan planerade förändringar måste ingå i förutsättningarna.

Som framgår av skissen nedan, består de fyra första momenten av insamling och strukturering av nödvändig information. Syftet är att ge en helhetsbild av anläggningen och de verktyg som krävs för en systeminriktad energianalys. I det femte momentet används sedan dessa verktyg för att söka efter åtgärder. Vilka åtgärder som söks i detta moment beror på företagets syfte med att genomföra en kartläggning och analys av anläggningen. I ett PFE-företag kan sökandet inriktas mot åtgärder för att effektivisera elanvändningen. Den genomgående grundprincipen är att man ska arbeta fram bra verktyg för analysen från början. Dessa kan sedan användas i hela analysen och underlätta arbetet och uppdatering.





Figur 1: Handbokens huvudmoment vid genomförande av kartläggning och analys

Beskrivning av anläggningen

De anläggningar som ingår i kartläggningen och analysen bör beskrivas tydligt. Beskrivningen fungerar som utgångsinformation och definierar systemgränser för kartläggningen och analysen.

Beskrivningen ska tydligt visa vilken eller vilka anläggningar, eller ”arbetsställen”, som kartläggningen och analysen omfattar. Med anläggning avses i detta sammanhang en geografiskt sammanhållen produktionsanläggning, som är åtskild från företagets övriga produktionsanläggningar. Anläggningen kan

beskrivas med namn och geografisk placering. Beskrivningen bör också visa vilka delar av anläggningen som omfattas av analysen. Delar av anläggningen som omfattas beskrivs så att det framgår vilka byggnader, produktionsprocesser och hjälpsystem som ingår.

Hur utformas en beskrivning av anläggningen

Utgångspunkten för informationen är olika typer av befintliga ritningar och beskrivningar. Ett lämpligt sätt att sammanställa och presentera informationen är i form av ett *blockschema*, som beskriver processen och produktionslinjer i råmateriallets eller produkternas väg.

Som ett minimum ska anläggningsspecifikationen tydligt beskriva vilka delar av anläggningen som omfattas av kartläggningen och analysen. Detta innebär att blockschemat (om man väljer den formen av redovisning) ska visa vilka byggnader, produktionsprocesser och hjälpsystem som ingår.

Blockschemat kan även fungera som ett viktigt hjälpmedel för den fortsatta analysen. Det ger en möjlighet att systematiskt sammanställa mer detaljerad utgångsinformation för energianalysen. Redan här är det alltså en fördel om utrustningar och system med betydande energianvändning kan identifieras i redovisningen. Annan anläggningsinformation av intresse omfattar:

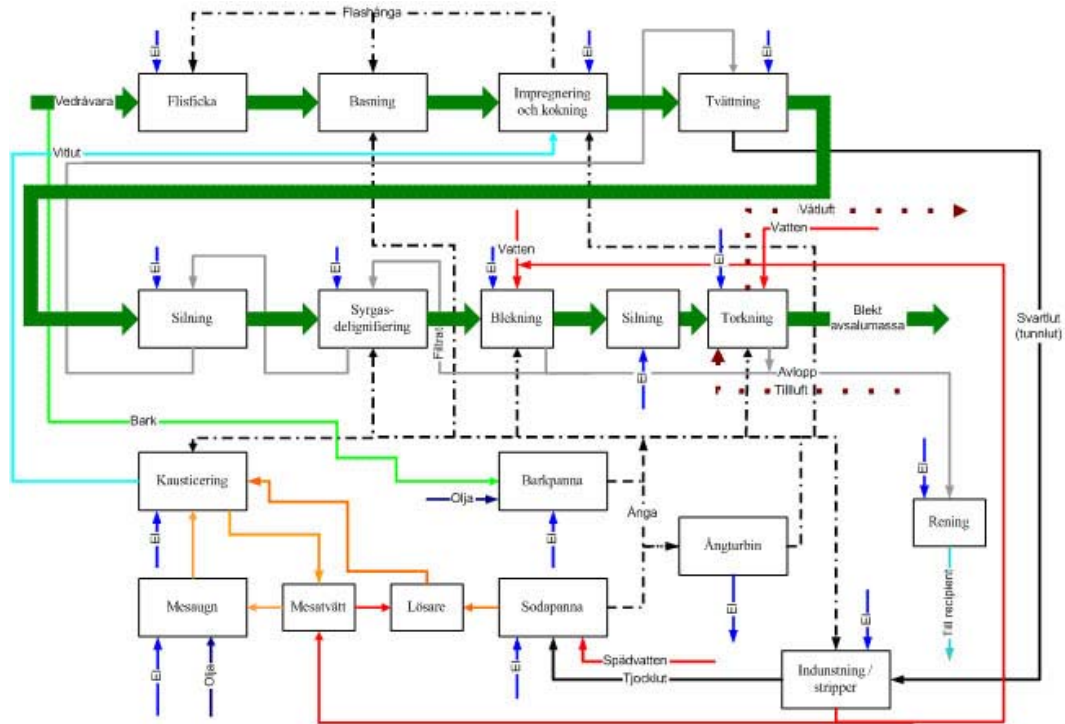
- materieflöden (råvaror, produkter) för de produktionsprocesser som ingår,
- energianslutningar (el, bränslen etc.),
- medier (ånga/kondensat, kylvatten, tryckluft etc.),
- produktflöde med mellanlagringar,
- övriga materialflöden (biprodukter, restprodukter etc.).

Blockschemat bör om möjligt sammanställas så att det ger en ungefärlig bild av det geografiska utseendet på anläggningen. I detta läge finns det dock ingen anledning att notera energimängder eller produktionsnivåer i blockschemat.

Det är också en fördel om man redan här beskriver sådant i anläggningens omgivning som är av betydelse för dess energianvändning. Ett exempel är omgivande fjärrvärmesystem eller andra industrianläggningar med vilka energiutbyte är möjligt eller genomförs redan idag. Ett annat exempel är lokal bränsletillgång.

Nedan visas exempel på ett blockschema som beskriver en anläggning.





Figur 2: Blockschema. Exemplet visar produktion av pappersmassa

Kartläggning av anläggningens aktuella energianvändning

Kartläggningen av anläggningens aktuella energianvändning ger grunden för den fortsatta energianalysen i alla dess steg. En kartläggning av anläggningens energianvändning möjliggör en överblick över de utrustningar och system som påverkar energianvändningen i hög grad, d v s de utrustningar och system som använder mest energi. En systematisk kartläggning skapar också möjligheter för uppföljning av energianvändningen i anläggningen genom nyckeltal. Dessa kan bestå av specifik energianvändning för anläggningen som helhet och/eller för enskilda processer eller produktionslinjer.

Kartläggningen kan i allmänhet baseras på uppgifter som redan finns tillgängliga, t ex avräkning av energianvändning, energirapporter eller andra tillgängliga uppgifter om till exempel bränsleförbrukning, installerad effekt och drifttider. Befintliga uppgifter kan behöva kompletteras med beräkningar, uppskattningar och i en del fall mätningar. Noggrannheten i detta stadium ska vara tillräcklig för att tydliggöra hur energianvändningen fördelas mellan olika utrustningar och system samt för att ge rimliga energibalanser för anläggningen. För detta krävs i allmänhet inga omfattande mätningar. För de utrustningar och system som sedan är av störst intresse vid analysens slutliga sökande efter åtgärder, krävs en högre noggrannhet. Då kan kompletterande och mer omfattande mätningar behöva genomföras.

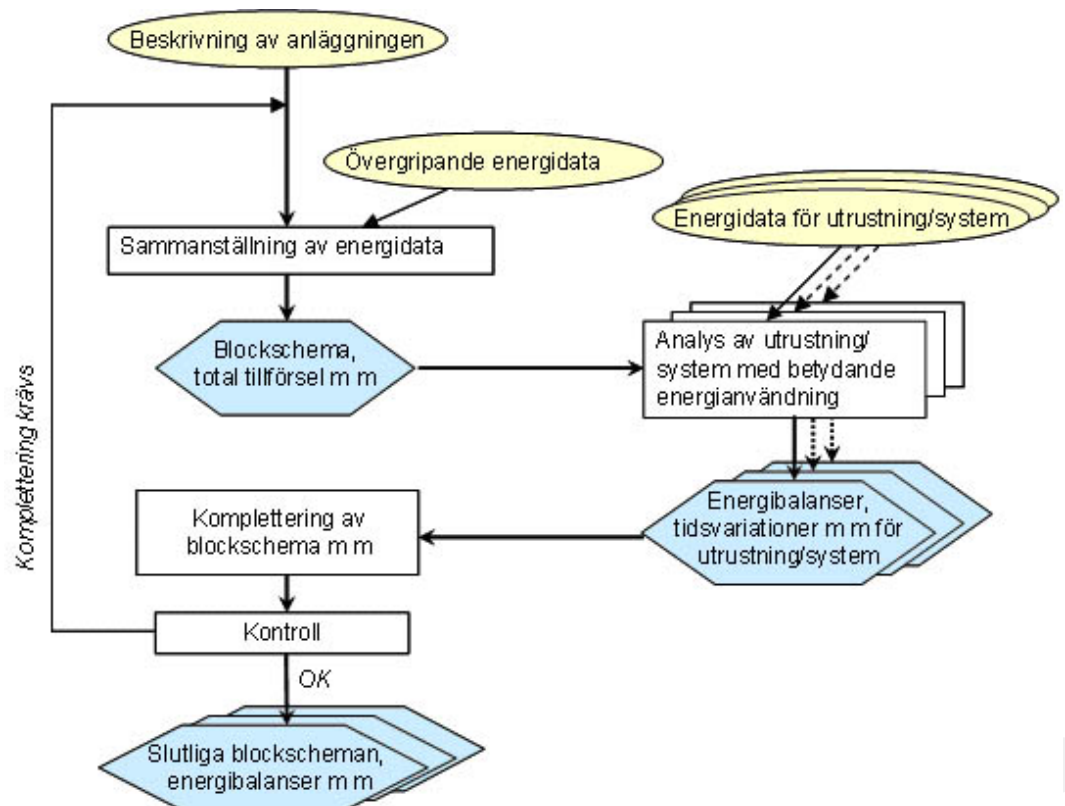
Faktorer som kan ha påverkat energianvändningen under det aktuella året bör noteras och tydliggöras i kartläggningen. Sådana faktorer kan vara

konjunkturläget, större driftsavbrott under året eller pågående större konstruktionsarbeten.

Kartläggningen av energianvändning under ett specifikt år bör resultera i följande information:

1. Hela anläggningens energiflöden, vilken visar sambanden mellan energianvändning i anläggningens olika produktionsprocesser och hjälpsystem
2. Bruttotillförsel, försäljning och nettotillförsel av energi för anläggningen som helhet uppdelat på el, bränslen och värme
3. Energibalanser för användningen av nettotillförd energi, uppdelat på utrustningar och system vilka representerar en betydande andel av energianvändningen
4. Väsentliga variationer i energianvändningen

Kartläggningen utmynnar i övergripande information (punkt 1 och 2 ovan) om företagets energianvändning och mer detaljerad information (punkt 3 och 4 ovan) om energianvändningen i olika utrustningar och system. Arbetet sker i allmänhet växelvis mellan dessa olika nivåer, som framgår av Figur 3 nedan. Särskilt viktig är växlingen mellan den grafiska presentationen och energibalanserna för enskilda utrustningar och system. En lämplig utgångspunkt för kartläggningen är det blockschema som använts för att beskriva anläggningen. Nedan redogörs för olika resultat av kartläggningen.



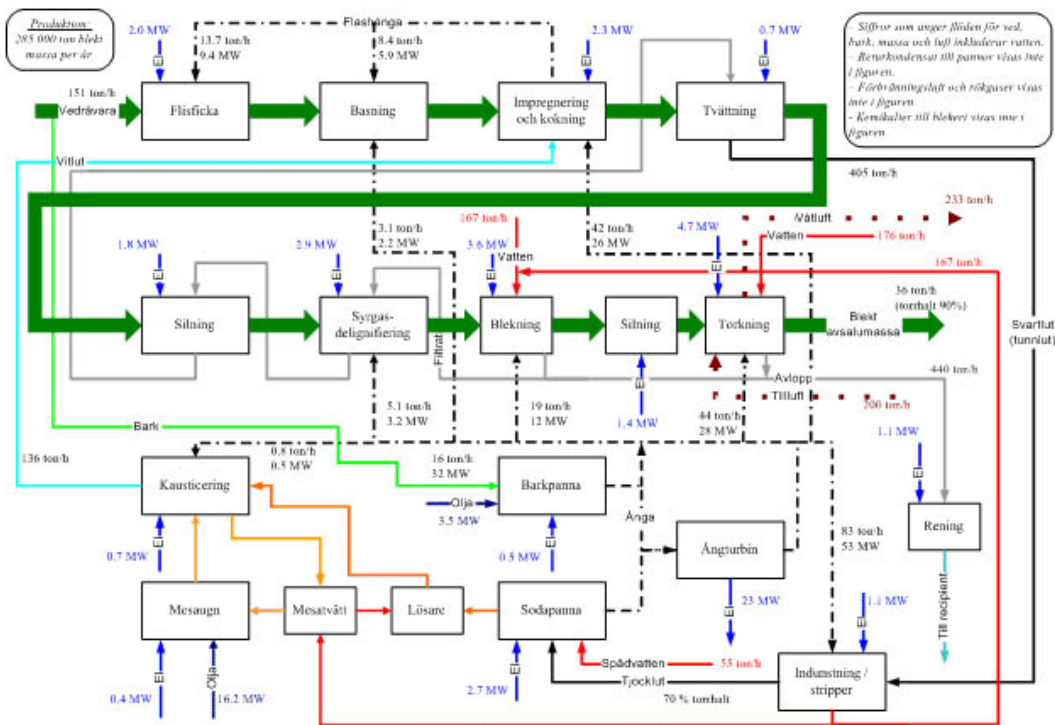
Figur 3: Arbetsgång för kartläggningen

Presentation av hela anläggningens energiflöden

Syftet med att presentera hela anläggningens energiflöden är att ge en helhetsbild samt öka förståelsen för sambanden mellan energianvändningen i anläggningens olika produktionsprocesser och hjälpsystem. Detta syfte uppnås bäst genom att energiflödena beskrivs grafiskt.

Den grafiska presentationen görs företrädesvis i form av ett blockschema och/eller någon annan typ av diagram som man är van att arbeta med (t ex Sankey-diagram). I blockschemat skall energiflödena för de markerade materiaflödena (t ex råmaterial, produkter, energibärare, sekundära energiflöden) samt el införas. Dessutom kan uppgifter om materialflöden, som produktionsuppgifter och råvaruförbrukning, vara ett viktigt stöd i den fortsatta analysen. I allmänhet är det relativt lätt att ta fram kvantitativa uppgifter om primära energiflöden för anläggningen som helhet. Det är betydligt svårare att bestämma hur energianvändningen fördelas mellan olika utrustningar och system samt storleken av sekundära energiflöden. För att kunna fastställa dessa krävs i allmänhet att man först gör separata energibalanser för dessa utrustningar och system.

En lämplig utgångspunkt för den grafiska presentationen är det blockschema som använts för att beskriva anläggningen. I detta kan energi- och materialflödena nu kvantifieras. Den grafiska presentationen blir mer åskådlig om samma enhet används för alla typer av energiflöden (t ex MWh/a eller kW, se t ex konverteringstabell i Energimyndighetens årliga publikation Energiläget).



Figur 4: Blockschema med kvantifierade energi- och materiaflöden. Exemplet visar produktion av pappersmassa.

Redovisning av bruttotillförsel, försäljning och nettotillförsel av energi

Anläggningens energitillförsel omfattar såväl inköpta energibärare som egenproducerad energi. Redovisningen bör också kompletteras med uppgifter om eventuell försäljning av energibärare, som till exempel el och bark. Anläggningens nettotillförsel avser sedan bruttotillförd energi (inköpt och internt genererad) minus såld energi.

Tillförseluppgifterna för anläggningen finns i allmänhet tämligen enkelt tillgängliga på företaget:

- Inköpt el, bränsle och värme kan baseras på uppgifterna från verksamhetens energileverantör.
- Egenproducerad energi består av i processen (i allmänhet ur råvaror) genererade energibärare, som t ex avlutar, bark och reaktionsvärme. Dessa uppgifter kan vara svårare att få tag i. I de fall direkta mätningar eller andra uppgifter saknas, kan omfattningen oftast beräknas eller uppskattas indirekt.
- Såld energi avser externt försäljning av el, värme och bränsle. Dessa energimängder mäts i allmänhet.

Om inte hela anläggningen ingår i kartläggningen måste användningen för sådana delar som inte ingår avskiljas. I vissa fall kan detta kräva kompletterande mätningar eller beräkningar.

Ett exempel på hur anläggningens energitillförsel kan redovisas återfinns i nedanstående tabell.

Energitillförsel för ett massabruk (MWh/år)			
	Inköpt	Egenproducerad	Såld
El	65600	181700	31600
Bränsle			
Olja	155600		
Bark	39500	213300	
Avlutar		1540400	
Värme		1148600	79000

Beräkning av nettotillförd energi (MWh/år)				
	Inköpt	Egenproducerad	Såld	Nettotillförsel
Energi	260700	1753700	110600	1903800

Figur 5: Exempel på redovisning av en anläggnings energitillförsel.

Kommentarer till figur 5

Energimängderna är angivna per år och med samma enhet för alla energibärare för att underlätta överskådligheten.

Hela anläggningens energitillförsel ingår i redovisningen. I detta exempel redovisas flera led av egenproducerad energi, producerade bränslen och från dem producerad el och värme. Beräkningen av nettotillförd energi måste därför enbart baseras på det första ledet av egenproducerad energi (bränslen) så att inte energi räknas dubbelt.

Nettotillförsel beräknas som inköpt + egenproducerad – såld energi. Ett negativt värde hade alltså inneburit nettoexport av energi.

Användning av nettotillförd energi

Energianvändningen i anläggningen sker i olika utrustningar och system. Denna del av kartläggningen syftar till att ge en god bild av energianvändningen i de utrustningar och system som omsätter stora mängder energi. Den kan delas upp i tre steg:

Steg 1. Identifiera utrustningar och system, som representerar en betydande andel av energianvändningen.

Dessa utrustningar och system kan syfta både till omvandling och till slutanvändning av energi. Exempel på utrustning för energiomvandling är ång- och hetvattenpannor samt mottrycksanläggningar. Exempel på utrustning för slutanvändning av energi är såväl utrustning för processavsnitt (t ex reaktor, ugn, kokare och tork) som utrustning för användningsområden (t ex pumpning, belysning och kylning med hjälp av kylmaskiner). Med system menas en grupp av funktionellt sammanhörande utrustningar. Drifts- och energiansvarig personal på anläggningen har i allmänhet en god uppfattning om vilka utrustningar och system som omsätter betydande mängder energi.

Vad som anses vara en betydande andel av energianvändningen kan variera mellan anläggningar. Ett riktmärke kan dock vara att särskilja utrustningar och system som representerar mer än 5 % av användningen av det aktuella energislaget (t ex el, bränsle eller ånga). I generella termer kan man säga att man bör basera uppdelningen av utrustningar och system på deras funktion. Avsikten är att uppdelningen ska vara ändamålsenlig för den fortsatta kartläggningen och analysen. Det är därför varken rationellt att slå ihop utrustningar och system som inte hör ihop funktionellt och energimässigt eller att ha alltför hög detaljeringsnivå.

Steg 2. Ta fram energibalanser för identifierade utrustningar och system, dvs balanser över ingående och utgående energiflöden.

Energibalanserna bör beskriva såväl primära som sekundära energiflöden och kan lämpligen redovisas på årsbasis. I det ideala fallet bör energibalanserna omfatta följande data:

- Energianvändning/energiproduktion uppdelat på energibärare (t ex el, bränslen och ånga). Energibärarna specificeras med data t ex benämning, temperatur och tryck.

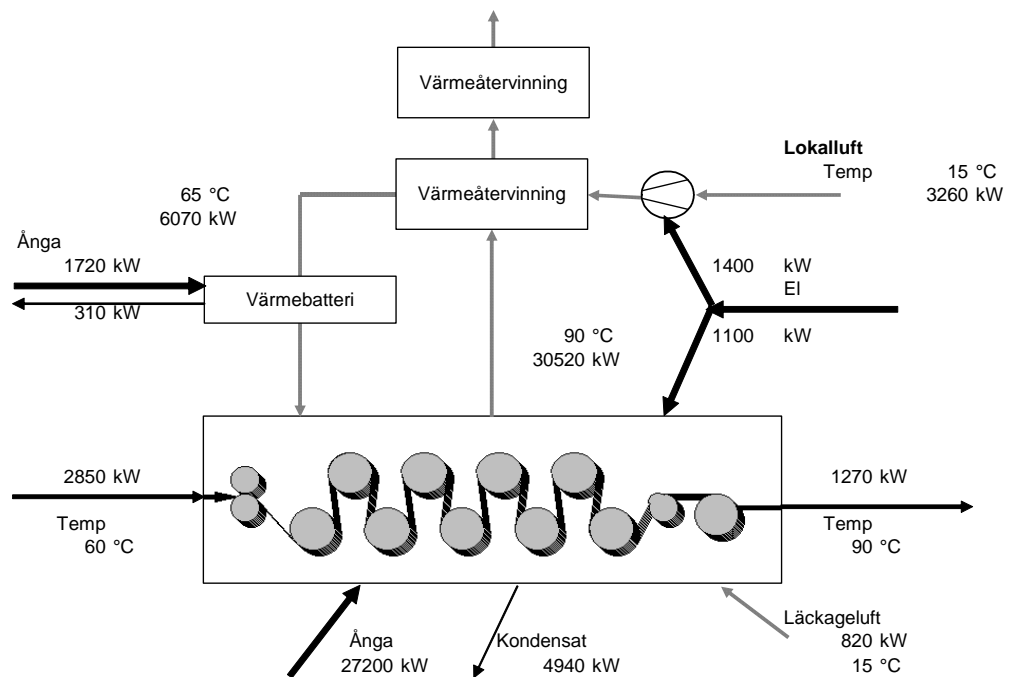
- Sekundära energiflöden (kylvatten, rökgaser etc.) och förluster. Dessa specificeras med data t ex benämning, temperatur och tryck.
- Restpost vilken representerar felet i energibalansen.

I denna första iteration, före det att konkreta åtgärder utreds i moment fem, är det i allmänhet inte aktuellt att genomföra några omfattande mätningar. I huvudsak kan balansen baseras på redan befintlig information om produktionsenheten.

Övrig energianvändning bör ingå i presentationen av hela anläggningens energiflöden. Den kan dock hanteras mer summariskt och med lägre detaljeringsnivå.

Steg 3. Sammanställa energianvändningen i dessa utrustningar och system (grafiskt och i tabellform).

Separata energibalanser för de enskilda utrustningarna och systemen ska sammanställas och dessa uppgifter ska återföras till presentationen av hela anläggningens energiflöden. Det senare momentet innebär också en kvalitetskontroll av kartläggningen. I många fall används en viss utrustning för både slutanvändning av energi i processen och för omvandling av energin till en annan energiform. Denna kan sedan användas i annan processutrustning. Energi används alltså i flera steg och flödena mellan olika utrustningar och system bör ha en rimlig överensstämmelse.



Figur 6: Exempel på en grafisk beskrivning av en energibalans för en massatorrk.

Redovisning av väsentliga variationer i energianvändningen

Sammanställningar av årlig energitillförsel och energianvändning ger inte någon fullständig bild av anläggningens energianvändning. Energianvändningen varierar över året och dessa variationer påverkar naturligtvis hur energiförsörjningen kan och bör byggas upp.

För de utrustningar och system som representerar en betydande andel av energianvändningen bör man skaffa sig en god bild av om energianvändningen i väsentlig utsträckning varierar över året, hur dessa variationer i så fall ser ut samt deras främsta orsaker. Energibalanserna bör alltså kompletteras med exempelvis diagram över energianvändningens utseende över året, veckan eller dygnet. Ett annat sätt att tydliggöra variationerna är att sammanställa alternativa effektbalanser för olika förhållanden.

Uppgifter om variationer i energianvändningen kan finnas tillgängliga genom tidigare eller kontinuerliga mätningar (t ex i anläggningens övervakningssystem). I vissa fall kan dock kompletterande mätningar behövas.

Fokus bör ligga på större variationer som återkommer med någon form av regelbundenhet över året, till exempel säsongvis, veckovis eller dygnsvis. Exempel på variationer som är mindre relevanta är störningar (d v s i förväg okända och i allmänhet oregelbundna variationer), variationer över konjunkturcykeln eller andra variationer med längre tidscykel än ett år.

Anläggningens energianvändning på kort sikt

Syftet med en analys av hur energianvändningen i företaget planeras eller förväntas förändras på kort sikt är att ge en plattform för den fortsatta analysen. Möjligheterna till energieffektivisering på kort sikt beror ju av redan förväntade förändringar i anläggningen eller dess omgivning, vilket gör att sådana faktorer måste tas hänsyn till och beskrivningen av anläggningens energianvändning anpassas därefter. Dessutom skapas framförhållning i företagets planering för anläggningen i mer generella termer.

Att energianvändningen ska bedömas på kort sikt innebär att redan planerade och förväntade förändringar i anläggningen ska tas hänsyn till och att en ”basnivå” etableras för energianvändningen under den period som åtgärderna avser. Inom PFE räknas kort sikt som den period som företaget deltar i programmet, d v s fem år. Energianvändningen som den förväntas se ut på kort sikt bör beskrivas på samma sätt som aktuell energianvändning, enligt följande:

1. Hela anläggningens energiflöden, vilken visar sambanden mellan energianvändning i anläggningens olika produktionsprocesser och hjälpsystem
2. Bruttotillförsel, försäljning och nettotillförsel av energi för anläggningen som helhet uppdelat på el, bränslen och värme

3. Energibalanser för användningen av nettotillförd energi, uppdelat på utrustningar och system vilka representerar en betydande andel av energianvändningen
4. Väsentliga variationer i energianvändningen

Beskrivningen av anläggningens energianvändning på kort sikt bygger på den aktuella energianvändning som beskrivits i avsnittet ovan. Uppgifterna i kartläggningen anpassas för att i möjligaste mån avspegla energianvändningen på kort sikt. Om energianvändningen i kartläggningen beskrivits fullständigt med blockschema, tillförsel och energibalanser underlättas anpassningen avsevärt.

Anpassningar sker för framför allt två olika slags faktorer:

1. Anpassning för ”onormala” produktionsförhållanden under det år som kartläggningen av aktuell energianvändning avser, om dessa bedöms väsentligt påverka anläggningens energianvändning.
2. Anpassning för förväntade förändringar i produktionsförhållanden. Endast sådana förändringar som med stor säkerhet förväntas är relevanta att inkludera. Förändrade produktionsförhållanden kan till exempel vara:
 - Produktionsförändringar som innebär väsentligt utökad/minskad produktion eller ändrad produktionssammansättning
 - Förändringar/investeringar i utrustningar och system knutna till tillverkningsprocess eller energiomvandling
 - Förändringar i anläggningens omgivning som med stor säkerhet påverkar energianvändningen inom anläggningen.

Ett praktiskt sätt att arbeta med anpassningen är genom iteration mellan den grafiska presentationen och energibalanserna för enskilda utrustningar och system. Arbetsgången följer alltså samma principer som då analysverktygen arbetades fram för aktuell energianvändning, se Figur 3. De direkta effekterna för olika utrustningar och system kan ofta beräknas relativt enkelt. Genom att använda den grafiska presentationen blir det sedan enklare att uppmärksamma och beräkna även indirekta effekter i andra utrustningar och system.

För beskrivningen av anläggningens energianvändning på kort sikt måste man i allmänhet acceptera en något lägre noggrannhet än för aktuell energianvändning. Detta beror på att användningen delvis beror av ännu inte realiserade förändringar, t ex beslutade, men ej genomförda investeringar. Energianvändningen för dessa delar kan därför inte mätas, utan måste beräknas eller uppskattas. Inte desto mindre ger den anpassade energianvändningen en mer korrekt utgångspunkt för åtgärdsanalysen än om dessa förändringar inte tagits hänsyn till.

Presentation av hela anläggningens energiflöden

Den grafiska presentationen baseras lämpligen på den grafiska presentation som tagits fram för aktuell energianvändning. För mer information om hur hela anläggningens energiflöden kan presenteras grafiskt, se Figur 4.

Schemat i kartläggningen av energianvändningen måste dock anpassas, så att hänsyn tas till de förändringar som införts under 1 och 2 ovan. Detta kan innebära att vissa delar av anläggningen försvinner och att andra tillkommer, liksom att flödena förändras. De principiella förändringarna kan i allmänhet införas direkt. Direkta och indirekta följder för energiflödena måste dock baseras på mer detaljerade beräkningar för enskilda utrustningar och system.

Redovisning av bruttotillförsel, försäljning och nettotillförsel av energi

Anläggningens energitillförsel beskrivs enligt samma principer som för aktuell energianvändning.

Energitillförseln på kort sikt måste beräknas, baserat på uppgifterna om förändringar för enskilda utrustningar och system. I en iterativ process sammanställs sedan de sammantagna förändringarna i den grafiska presentationen. När den slutliga versionen arbetats fram, kan man från denna dra slutsatser om bruttotillförsel, försäljning och nettotillförsel av energi på kort sikt. För att göra redovisningen tydlig och förenkla jämförelsen med historisk energianvändning bör uppgifterna redovisas även med samma slags tabell som man valt att använda för aktuell energianvändning, se exempel i Figur 5.


Användning av nettotillförd energi

Användningen av nettotillförd energi på kort sikt sammanställs och presenteras enligt samma principer som för aktuell energianvändning, d v s med fokus på energibalanser i de utrustningar och system som omsätter stora mängder energi.

De förändringar som följer av planerade och förväntade förändringar i produktionsförhållandena kan påverka energibalanserna i enskilda utrustningar och system på flera olika sätt:

- Utrustningar och system kan både tillkomma och försvinna från den befintliga anläggningen.
- Drifttiderna kan förändras avsevärt.
- Tekniska prestanda (t ex specifik energianvändning) kan förändras genom till exempel förändrade drifttider och/eller kapacitetsutnyttjande, eller genom tekniska ändringar i utrustningen.

Baserat på dessa förändringar justeras och kompletteras de energibalanser som tagits fram för den aktuella energianvändningen. Uppgifter rörande nya utrustningar och system måste baseras på andra källor. För dessa finns i allmänhet projekteringsunderlag där förväntad energianvändning framgår. Dessa kan dock behöva kompletteras. Andra förändringar får även de baseras på beräkningar av förväntade energiflöden.



Redovisning av väsentliga variationer i energianvändningen

Variationer över året i energianvändning på kort sikt sammanställs och presenteras enligt samma principer som för aktuell energianvändning.

Information om förändringarnas påverkan på variationerna i energianvändningen är ofta begränsad. Dessa avser ju energianvändning i till exempel ännu inte installerad utrustning, vilket omöjliggör direkta mätningar. Information om ny utrustning kan dock hämtas från leverantörsuppgifter, projektplanering som omfattar planerade driftstider, etc. Uppskattningar av påverkan av att viss utrustning tas bort eller ändras kan baseras på tidigare uppgifter, inkl mätningar.

Anläggningens energianvändning på lång sikt

Syftet med en analys av företagets långsiktiga energianvändning är i första hand att ta fram kunskap som kan utnyttjas för den kortsiktiga planeringen. Avsikten är alltså att förväntad långsiktig utveckling även beaktas vid kortsiktiga förändringar.

Företagets långsiktiga planering avseende produktion och produktionsutrustning medför även konsekvenser för energianvändningen. Genom att utreda dessa konsekvenser läggs grunden till en handlingsplan som på sikt leder fram till uppställda långsiktiga energimål.

Den långsiktiga energianvändningen utreds övergripande för sannolika framtida produktionsförhållanden om dessa väsentligt skiljer sig från dem som gäller på kort sikt. Målet med utredningen är framförallt att ge de strategiskt viktiga utvecklingsvägarna för anläggningens energianvändning och kan därför hållas på en översiktlig nivå. Med långsiktiga avses här en period på upp till åtminstone tio år.

Hur utreds energianvändningen på lång sikt

Utredningen inleds lämpligen med en inventering av sannolika framtida produktionsförhållanden. I denna beaktas långsiktig planering och övriga uppfattningar från företags- och anläggningsledning. Exempel på relevanta förändrade produktionsförhållanden är större produktförändringar och ändringar i produktionsutrustning. Det kan även röra sig om förändringar i anläggningens omgivning som avsevärt förväntas påverka anläggningens energianvändning.

De mest sannolika förändringarna beskrivs sedan utgående från den beskrivning som redan gjorts då energianvändningen på kort sikt analyserades. Det vill säga vilka delar av anläggningen som kan komma att förändras och på vilket sätt, t ex om nya produktionslinjer tillkommer eller produktionsprocessen förändras avsevärt. I framställningen presenteras väsentliga förutsättningar och begränsningar samt bedömningar av hur troligt det är att de beskrivna anläggningarna och produktionsförhållandena förverkligas. Då flera möjliga alternativ är troliga eller av intresse att analysera delas med fördel utredningen upp i flera olika fall.

Utgående från förutsättningarna utreds sedan energikonsekvenserna för de olika fallen i övergripande termer. Utredningarna genomförs på motsvarande sätt som beskrivits för de på kort sikt men detaljeringsgraden hålls på en betydligt lägre nivå och bara mer genomgripande förändringar tas med. Detta kan till exempel innebära en bedömning av energikonsekvenserna av:

- att den mest energiintensiva produkten inom anläggningen kan komma att fasas ut inom en 10-årsperiod,
- att produktkvaliteten kan höjas om ett viktigt och energikrävande processteg kan ändras från el- till gasdrift,
- att ny produktionsteknik med radikalt lägre energiförbrukning är på väg in på marknaden.

Utredningarna grundas på energibalanserna för utrustningar och system. Uppgifter rörande nya utrustningar och system är begränsade eftersom de ännu inte finns installerade eller projekterade. Uppgifter måste därför baseras på andra data som eventuellt kan finnas tillgängliga samt rimliga antaganden.

Sökande efter åtgärder för energieffektivisering

Kartläggningen och analysen av anläggningens energianvändning syftar i slutändan till att stödja arbetet med att förbättra anläggningen ur energisynpunkt på såväl kort som lång sikt. Det mest påtagliga resultatet är identifieringen av ekonomiskt intressanta åtgärder för energieffektivisering eller annan förbättring. Åtgärderna består ofta, men inte nödvändigtvis, av en investering i ny eller förbättrad utrustning. Exempel på olika typer av åtgärder:

- Byte av energibärare,
- Byte av utrustning,
- Processintegration, intern och externt,
- Förändrad produktionsprocess,
- Förändrad energiförsörjning, inkl mottrycksproduktion,
- Förbättrad driftplanering,
- Förbättrade styr- och reglersystem.

Vilka åtgärder som söks beror på företagets syfte med att genomföra en kartläggning och analys av anläggningen. För de företag som arbetar efter en standard för miljö- eller energiledningssystem kan åtgärderna främst syfta till att minska företagets negativa miljöpåverkan. Åtgärderna är i dessa fall ofta inriktade mot att öka användningen av förnybar energi, vilket exempelvis kan innebära byte av energibärare.

Ett dominerande syfte med kartläggningen och analysen är dock i allmänhet att identifiera åtgärder för energieffektivisering. Effektiviseringsåtgärder är konkreta förändringar i anläggningens produktionsprocess eller hjälpsystem som leder till effektivisering av anläggningens energi- eller elanvändning som helhet. En åtgärd kan också leda till effektivisering genom samverkan med anläggningens

omgivning, så att det samlade systemets energianvändning effektiviseras snarare än den enskilda anläggningens.

De krav som ställs inom PFE berör åtgärder för effektivisering av **elanvändningen** i den industriella verksamhetens tillverkningsprocess. För företag som deltar i PFE kommer därför sökandet efter ekonomiskt intressanta åtgärder förmodligen att fokusera på el. Ett krav för deltagande i PFE är dock att företagen inför ett energiledningssystem. Därmed förbinder sig företaget att göra en total översyn av energiförbrukningen och i många fall vidta åtgärder även när det gäller användning av andra energislag.

Oavsett vilka typer av åtgärder som söks, är bedömningen av anläggningens **hela** energianvändning en nödvändig grund. Den bedömningen ger verktygen för ett systeminriktat sökande efter åtgärder. En åtgärd kan nämligen inte bedömas isolerat, utan bedömningen måste i allmänhet ske från ett systemperspektiv. Detta innebär till exempel att man för en åtgärd som syftar till att effektivisera elanvändningen i en viss utrustning även måste ta hänsyn till följd effekter för elanvändningen i annan utrustning, för övrig energianvändning i anläggningen och i vissa fall för påverkan på omgivande energisystem. Dessutom är det nödvändigt att beakta andra effekter, såsom påverkan på produktionen, produkter, tillgänglighet, service, underhåll etc.

Den metodik som beskrivs nedan är generell för olika typer av åtgärder. Fokus är dock lagd på åtgärder för energi- och/eller eleffektivisering.

Hur identifieras åtgärder för effektivisering

Sökandet efter åtgärder baseras på sammanställningen av anläggningens **energi-användning på kort sikt**. Analysen måste nämligen utgå från det produktions-system och den energianvändning som förväntas för anläggningen under den närmaste framtiden. Utredningen av den långsiktiga energianvändningen ger en viktig strategisk ram för arbetet.

Åtgärderna bör i första hand sökas där de kan leda till betydande förbättring. Det är därför viktigt att börja på en övergripande nivå och utgå från anläggningens energianvändning som helhet. Analysen av tekniskt och ekonomiskt möjliga åtgärder görs sedan lämpligen som en stegvis sällning, där de inledande stegen innebär ganska grova bedömningar. Allteftersom analysen fortsätter blir de mindre intressanta åtgärderna bortsållade och de mer intressanta åtgärderna blir gradvis mer detaljerat analyserade. Nedan har sällningen delats upp i tre steg, med vissa principiella skillnader:

1. Bedömning av teknisk potential för effektivisering inom olika utrustningar och system.
2. Praktisk och ekonomisk rimlighetsbedömning av åtgärder som kan leda till att potentialen helt eller delvis realiserar.

3. Teknisk och ekonomisk kvantifiering av konkreta åtgärder. Detta steg kan, beroende på anläggningens och åtgärdernas komplexitet, behöva genomföras i flera delsteg.

I varje steg är det viktigt att man i möjligaste mån arbetar med alternativa systemlösningar i bedömningen. Ju högre upp i sällningsprocessen man är, ju större är också möjligheterna att identifiera ”mer innovativa” och energieffektiva, tekniska lösningar. Den avgjort största arbetsinsatsen kommer att ligga inom steg 3. De föregående stegen är dock centrala för att denna arbetsinsats ska kunna fokusera på rätt områden och åtgärder. Därmed effektiviseras analysarbetet som helhet.

Resultaten från varje steg bör dokumenteras ordentligt. Dokumentationens karaktär, innehåll och noggrannhetsnivå skiljer sig åt för de olika stegen. I samtliga steg är det dock lika viktigt att dokumentera resultatet om bedömningen lett till att utrustningen/systemet i fråga ska studeras vidare i nästa steg, eller om den sällas bort från analysen. Med en god dokumentation kan det genomförda arbetet användas senare, exempelvis om förutsättningar förändras som gör tidigare ointressanta åtgärder aktuella.

Bedömning av teknisk potential

Det första steget är att bedöma den tekniska potentialen för effektivisering av energianvändningen i olika utrustningar och system. Avsikten är att sedan kunna fokusera analysen på de utrustningar och system där det finns störst chans att identifiera kostnadseffektiva åtgärder.

Med potential för effektivisering menas här den tekniska potentialen att minska den specifika användningen i anläggningen som helhet. I potentialbedömningen görs därför inga ekonomiska överväganden. Potentialen kan uttryckas i mer kvalitativa termer (stor/mellan/liten) och leda till en rangordning av potentialen för olika utrustningar och system. Den kan också uttryckas i mer kvantitativa termer, som kWh. För att fokusera analysen rätt är det mest relevant att uttrycka potentialen i absoluta termer (kWh) eller relativt anläggningens *totala* användning av energi eller el.

I det här stadiet av analysen finns det möjlighet att med en relativt liten arbetsinsats och därmed kostnad överväga olika typer av systemlösningar och åtgärder. Det kan alltså löna sig att här försöka tänka i nya banor. I nästa och följande steg, då analysen fokuseras i allt högre grad på konkreta åtgärder, minskar den frihetsgraden betydligt. Det finns däremot ingen anledning att i detta steg genomföra några detaljerade beräkningar. Detaljerade åtgärdsbedömningar och beräkningar görs först i steg 3, teknisk och ekonomisk kvantifiering av åtgärder. Dessa görs då i första hand för de utrustningar och system, som visat sig ha störst potential för effektivisering.

Analysen baseras på sammanställningen av anläggningens energianvändning på kort sikt. En bra utgångspunkt är den grafiska presentationen av anläggningens energianvändning som helhet. Från denna kan utrustningar och system, som är betydande energi- eller elanvändare identifieras. För dessa görs sedan en översiktlig bedömning av den tekniska potentialen för *direkt* och *indirekt* effektivisering.

För företag som deltar i PFE kan bedömningen fokuseras på sådana utrustningar och system, som representerar en betydande andel av anläggningens elanvändning. Ett riktmärke kan vara att särskilt bedöma utrustningar och system som står för mer än 5 % av anläggningens totala elanvändning.

Direkt effektivisering innebär förbättringar direkt relaterade till den utrustning eller system som bedöms. Potentialen för direkt effektivisering baseras i första hand på följande aspekter:

- Energianvändningens storlek och dess andel av anläggningens totala användning,
- Energianvändningen jämfört med modern teknik,
- Tillgängliga alternativa/nya tekniska lösningar,
- Utrustningens ålder och tekniska status.

Indirekt effektivisering innebär att elanvändningen i utrustningen är systemberoende och kan reduceras (effektiviseras) genom systemförändringar. Dessa systemförändringar kan bestå av förändringar i annan utrustning eller i annan energianvändning. Potentialen för indirekt effektivisering baseras på en analys av energianvändningens samband med övriga delar av anläggningen och i vissa fall även med andra, externa energianvändare. Även här kan den grafiska presentationen av anläggningens energianvändning vara till stor hjälp.

Ett enkelt exempel på indirekt effektivisering av elanvändning är en elpanna. Elpannan kan vara helt ny och mer eller mindre sakna potential för direkt effektivisering. Däremot kan det finnas stora möjligheter att effektivisera användningen av den ånga som elpannan producerar, vilket i sin tur leder till reduktion av pannans elanvändning och därmed till effektivisering av anläggningens samlade elanvändning.

För både direkt och indirekt effektivisering är det nödvändigt att ta hänsyn till eventuell påverkan på övrig energianvändning. I det enkla exemplet med elpannan, kan det även vara möjligt att reducera elanvändningen genom att öka ångproduktionen i en parallell oljepanna. Den ökade oljeanvändningen måste då inkluderas i bedömningen.

För varje utrustning och system som bedömts bör åtminstone följande ingå i dokumentationen:

- Potentialen för effektivisering;
- En uppskattning av säkerheten i potentialbedömningen;

- Grunden för bedömningen, d v s skälen till att en potential finns och vilken typ av åtgärder som diskuterats;
- Eventuella nödvändiga förutsättningar för att potentialen ska vara realiserbar.

Praktisk och ekonomisk rimlighetsbedömning

Nästa steg innebär en bedömning av i vilken utsträckning det finns praktiskt och ekonomiskt rimliga åtgärder som kan leda till att potentialen för effektivisering till viss del realiseras. Detta innebär att bedömningen görs enbart för de utrustningar och system där man identifierat en teknisk potential som bör utredas vidare.

Kriterierna för vad som anses vara en teknisk potential som motiverar fortsatt utredning kan variera, beroende på företagets energimål. Valet är naturligtvis också beroende av externa faktorer, t ex vilka energipriser och statliga styrmedel som antas gälla. För PFE-företag kan analysen fokuseras på utrustningar och system med potential för betydande eleffektivisering.

En rimlighetsbedömning kan exempelvis resultera i:

- att enda möjligheten att realisera en potential för värmeåtervinning är så omfattande rördragning att det inte anses vara praktiskt möjligt,
- att den teknik som kan användas för att realisera potentialen har alltför höga investeringskostnader, men att ny teknik kan bli tillgänglig inom några år, varför en fortsatt bevakning av området är intressant,
- att det finns ett antal olika kommersiellt tillgängliga tekniska lösningar för att realisera potentialen, vilka bör utredas vidare.

Bedömningen kan alltså leda till att tekniskt möjliga åtgärder med rimlig ekonomi saknas för vissa utrustningar och system med god potential. Dessa utrustningar och system utesluts då från den fortsatta utredningen.

För varje utrustning och system som bedömts bör åtminstone följande ingå i dokumentationen:

- Vilka typer av åtgärder som övervägts,
- Resultaten från bedömningen i termer av praktisk genomförbarhet, ekonomi och energieffekter (överslagsmässiga uppgifter),
- I vilken utsträckning och när konkreta tekniska åtgärder bör utredas vidare.

Teknisk och ekonomisk kvantifiering av åtgärder

Det tredje steget innebär kvantitativa beräkningar av kostnader och energieffekter för konkreta åtgärdsalternativ. Beräkningarna sker för de utrustningar och system som bedömts ha en betydande teknisk potential och för vilka rimliga åtgärdsalternativ identifierats.

Även inom detta steg görs en gradvis sällning med inledande, mer översiktliga beräkningar för alternativa åtgärdsalternativ. Alternativerna är dock i allmänhet betydligt mer begränsade på denna nivå. De kan avse samma principiella åtgärd, men olika tekniska lösningar för denna åtgärd. Alltefter sker mer detaljerade

bedömningar och beräkningar för de lösningar som ter sig mest intressanta. I slutänden ska beräkningarna resultera i ett tillräckligt noggrant tekniskt och ekonomiskt beslutsunderlag för genomförande av åtgärden i fråga.

Eftersom beräkningarna i slutänden ska ligga till grund för investeringsbeslut som på olika sätt kommer att påverka anläggningens verksamhet, krävs i det här läget en högre noggrannhet än tidigare. Detta innebär att tidigare underlag kan behöva kompletteras, till exempel på följande sätt:

- Genomförande av mer omfattande mätprogram för att bestämma befintliga förutsättningar med högre noggrannhet.
- Särskilda analyser av hur eventuella åtgärder skulle påverka övrig energianvändning, driftsplanering, produktkvalité etc.
- Systematiska känslighets- och riskanalyser.
- Leverantörskontakter och begäran av budgetofferter och liknande.

För de åtgärder som sällats bort under processen bör åtminstone följande ingå i dokumentationen:

- En beskrivning av vilken/vilka åtgärder som övervägts,
- Tekniska och ekonomiska resultat på den nivå där analysen avbrutits,
- En uppskattning av säkerheten i resultaten,
- Skälen till varför åtgärderna i fråga inte utreds vidare.

För de åtgärder som slutligen är aktuella för genomförande på kort sikt, ska dokumentationen vara tillräckligt noggrann för att fungera som ett underlag för deras genomförande. För varje åtgärd bör därför åtminstone följande ingå i dokumentationen:

- En beskrivning av vilken/vilka åtgärder som avses, vilka utrustningar och system som berörs och åtgärdernas funktion. Dessutom bör nödvändiga förutsättningar för att åtgärden skall vara aktuell och om åtgärden samverkar eller förutsätter andra åtgärder framgå,
- Förväntad årlig reduktion av energianvändningen, med hänsyn till systemeffekter,
- Förväntade årlig reduktion av energikostnad,
- Investeringskostnad,
- Rak återbetalningstid,
- Förväntad påverkan på övrig energianvändning och övriga kostnader,
- När åtgärden kan genomföras.

Inom PFE-företag ligger denna information till grund för de åtgärder för eleffektivisering som ska fastställas i en åtgärdsförteckning och genomföras under det femåriga programmet. Detta avser i första hand åtgärder med en återbetalningstid om högst tre år.

