

2009-11-17

# **STIND - Energistatistik för industrin, Etapp 2**

Slutrapport

## **STIND - Energistatistik för Industrin, Etapp 2**

**Editerad av Lina Reichenberg (CIT IE)**

Ove Borg (ÅF), Per-Åke Franck (CIT IE), Ingrid Nyström (CIT IE),  
Anders Åsblad (CIT IE), Patrik Thollander (WSP), Niklas Wagman  
(Energimyndigheten)

### **Uppdraget**

CIT Industriell Energianalys AB har av Energimyndigheten fått i uppdrag att utforma en modell för undersökning av energianvändningen i industriföretag och föreslå omfattning för en sådan kontinuerlig undersökning.

Föreliggande rapport utgör slutrapporten från Etapp 2 av detta uppdrag.

## Innehåll

1	Sammanfattning.....	4
2	Inledning.....	5
3	Bakgrund – Förstudie och Etapp 1 .....	6
4	Metod.....	7
4.1	Urval .....	7
4.1.1	Årsgrupper .....	8
4.1.2	Begränsning av urvalsram och viktning .....	9
4.1.3	Ytterligare urvalssteg.....	10
4.1.4	Övertäckning och bortfall.....	10
4.1.5	Sammanfattning av räkneexempel för urval.....	11
4.2	Pilotstudie .....	11
4.3	Huvudstudie .....	13
5	BesiktNingsmetodik .....	15
5.1	Allmänt om besiktningmetodik för industriföretag.....	15
5.2	Slutsatser från undersökning av intern energiredovisning i energiintensiva företag .....	16
5.3	Resultat från motorstudier .....	17
5.3.1	Data.....	17
5.3.2	Resultat.....	18
5.4	Differentierad besiktningmetodik .....	18
5.5	Kvalitetssäkring .....	19
5.6	Ett företagsbesök inom STIND, exempel .....	20
6	Modellen.....	22
6.1	Anläggningsdata .....	22
6.2	Ekonomiska data.....	23
	Fysiska produktionsdata .....	23
6.3	Totalbalans: Tillförd och bortförd energi .....	24
6.4	Energiomvandlare .....	24
6.5	Energianvändare .....	26
6.5.1	Värmeanvändare.....	27
6.5.2	Elanvändare .....	28
7	Konsekvensanalys: Användning av data och belastning för industrin .....	34

7.1	Analys av data.....	34
7.1.1	Uppföljning av Energitjänstedirektivet .....	34
7.2	Belastning för industrin, incitament för deltagande.....	35
7.2.1	PFE-företag.....	35
7.3	Nyckeltal – fördelar och faror.....	36
8	Årsplanering .....	37
8.1	Tidplan .....	37
8.2	Resursbehov.....	38
	Appendix A: Utvärdering av elmotormätningar vid fem anläggningar .....	43
	Appendix B Räkneexempel: Stickprov och urval .....	52
	Appendix C Besiktningssprotokoll .....	57

## 1 SAMMANFATTNING

Föreliggande utredning syftar till att utforma underlaget för att genomföra STIND, en insamling av statistik om energianvändningen i den svenska tillverkningsindustrin, som sträcker sig över sex år. Undersökningen är en frivillig urvalsundersökning och behandlar 1-5 branscher varje år. Den fokuserar på de områden där energin används och består av en blandning av mätningar utförda av en besiktningsman, industrins egna data och uppskattningar.

Den största delen av arbetet inom denna etapp av projektet har bestått i att utforma ett besiktningsprotokoll. Modellen fungerar både som protokoll för besiktningsmannen och beräkningsprogram. Protokollet innehåller ekonomiska data, totala energibalanser, energibalanser för energiomvandlare samt användning av värme och el fördelat på processavdelning och användarkategori. Som stöd i utformningen av protokollet har befintliga energiredovisningar i några större företag använts. Stor inspiration har även hämtats från STIL-modellen, som används i STIL 2, Energimyndighetens och Boverkets projekt för energistatistik i lokaler. Data från alla objekt kommer att samlas i en databas, där rådata efter sekretessprövning skall vara tillgänglig för forskning och utvärdering. Varje år kommer en rapport som behandlar de branscher som undersökts under året.

Arbetet med att utforma besiktningsprotokollet har bedrivits i nära samarbete med Energimyndigheten, WSP och ÅF.

Rapporten innehåller även metod för urval och besiktningsmetodik, samt en tidsplan för hur undersökningen skall genomföras och budget för densamma. Varje år kommer en huvudstudie att genomföras under hösten. Huvudstudien föregås av en pilotstudie, med syfte att branschanpassa metodiken för den aktuella gruppen företag.

I projektet har det genomförts en mindre studie av motoreffekter hos olika motordrifter. Studien har bestått av mätningar av effekten på främst pumpar och fläktar på fem företag och har utförts av WSP och ÅF. Analysen av materialet visar att medelvärdet för lastfaktorn (uppmätt effekt/märkeffekt) är ca 55 %, vilket innebär den gängse uppskattningen av lastfaktor hos motordrifter (lastfaktor 80 %) sannolikt överskattar elanvändningen.

Energimyndigheten har bidragit med ett räkneexempel som belyser metod för urval av anläggningar. Räkneexemplet visar på hur man kan göra ett urval som i omfattning stämmer överens med det ungefärliga antal man, utifrån ekonomi och praktisk genomförbarhet, kommit fram till. Den metod som förordas av Energimyndigheten är Pareto-urval, som innebär att de mest energiintensiva anläggningarna väljs med sannolikhet 1, samt att ett urval sker bland övriga objekt.

## 2 INLEDNING

I föreliggande rapport motiveras och presenteras vårt förslag till undersökningsförfarande inom STIND (Statistik i industrin). Tidigare utredningar om STIND omfattar en förstudie om olika aktörers behov av statistiken, samt Etapp 1 i vilken en struktur för långsiktigt arbete för att förbättra energistatistiken för industrin föreslås. Rapporten från Etapp 1 kom i oktober 2008. Huvudsyftet med denna del av arbetet, Etapp 2, har varit att utforma en modell för undersökning av energianvändningen i industriföretag. Arbetet har till stora delar fokuserat på att skapa ett besiktningsprotokoll som fungerar bra för alla de objekt som skall undersökas. Utgångspunkten har varit att få mer detaljerad kunskap om energianvändningen, bland annat för att kunna göra så kallade bottom-up-analyser.

Rapporten börjar med att beskriva bakgrund och tidigare arbete och fortsätter med avsnitt om metod för urval och besiktningsmetodik.

Besiktningsprotokollet finns med som bilaga till rapporten och beskrivs i ett eget kapitel. Rapporten avslutas med en kort diskussion om användningen av data från STIND samt en översiktlig årsplanering för STIND-projektet som helhet.

Beräkningsprogrammet är utformat i samarbete med Energimyndighetens avdelning för systemanalys, ÅF och WSP. Energimyndigheten har preciserat de kriterier som skall användas för att välja ut de företag som skall ingå i statistikinsamlingen. Pareto-urvalet innebär att alla företag som är stora m.a.p. energiintensitet undersöks, vilket visar sig innebära att man får med en stor del av den totala energianvändningen.

Inom Etapp 2 har det gjorts två empiriska studier för att bättre kunna utforma besiktningsmetodiken: En insamling/rundringning hos företag för att se hur den interna energiredovisningen går till i större företag och en studie av motorers verkliga effekt jämfört med märkeffekt. Resultatet av båda studierna redovisas i rapporten.

### 3 BAKGRUND – FÖRSTUDIE OCH ETAPP 1

Under sommaren 2007 utförde CIT IE en förstudie om olika aktörers behov av statistik. I studien intervjuades representanter för Energimyndigheten, Näringsdepartementet, myndigheter, branschorganisationer och högskolor om behovet av och hur de skulle vilja använda en utökad energistatistik för industrin. Resultatet visade att alla dessa aktörer hade behov för utökad statistik. Från företagshåll uttrycktes även ett behov för mer samordning mellan olika myndigheter.

Förstudien låg till grund för den del av projektet som genomfördes under 2008, där förslaget till STIND utformades. Här följer en kort sammanfattning av förslaget. I övrigt hänvisas till ”Energistatistik i industrin – Etapp 1”.

I rapporten föreslås att man skall genomföra en urvalsundersökning där energianvändningen inom den svenska industrin undersöks. Hela projektet går under namnet STIND (Statistik i Industrin). Under sex år ska de flesta branscher inventeras, för att sedan börja om med en ny cykel. Förslagan är motsvarande undersökning på lokalsidan, STIL 2.

Syftet med projektet är att få bättre underlag för utformning av styrmedel och uppföljning av insatser från myndigheter. Materialet skall även kunna tjäna som underlag för olika typer av utvärdering och forskning.

Undersökningsförfarandet leds av en besiktningsman i samarbete med energiansvarig på företaget och består av en kombination av mätningar, uppskattningar och uppgifter som lämnas av företag och leverantörer. I undersökningen ingår tillfört bränsle och el, energiomvandlare och energianvändare.

## 4 METOD

Detta kapitel beskriver STIND-studien och innehåller metod för urval, samt beskriver tillvägagångssätt för pilot- och huvudstudie.

Utformningen av förslaget har styrts av två vägledande principer:

- Undersökningen skall täcka en stor del av industrins energianvändning i Sverige.
- Undersökningen skall ge en helhetsbild av energianvändningen inom industrin.

Dessa två syften drar i många stycken åt olika håll och det slutgiltiga förslaget är en medelväg som tagits fram i nära samarbete med Energimyndigheten.

Förslaget använder Energimyndighetens projekt för statistikinsamling i lokalsektorn, STIL 2, som förlaga. Det har lagts ner ett stort arbete för att utforma STIL 2 och på detta sätt kan man dra nytta av det arbetet ännu en gång. Erfarenheten av STIL har integrerats i projektet genom att vi studerat tillvägagångssätt, resultat och beräkningsprogram, samt att nyckelpersoner inom STIL även varit delaktiga i utformningen av STIND.

STIND planeras, på motsvarande sätt som STIL 2, för en sexårscykel. Varje år undersöks energianvändningen i en årsgrupp av industribranscher. Varje år kommer STIND-projektet att omfatta en urvalsprocess, en pilotstudie och en huvudstudie. *Urvalsprocessen* är nödvändig för att fastställa vilka arbetsställen som ska besiktigas inom projektet. *Pilotstudien* innebär ett mindre antal besiktningar inom årsgruppens branscher, för att besiktningsteknik och –modell ska kunna branschpassas. Inom *huvudstudien* genomförs sedan standardiserade besiktningar av samtliga företag inom årsgruppens urval.

### 4.1 Urval

STIND kommer att innebära en urvalsstudie av tillverkningsindustrin (inklusive gruvindustri), där företag med färre än 10 anställda och ett fåtal branscher av marginell betydelse i energiavseende har undantagits. Detta stämmer väl överens med Energimyndighetens årliga statistikinsamling *Industrins energianvändning*, vilken är en totalundersökning av alla företag inom tillverkningsindustrin med fler än 9 anställda.<sup>1</sup>

Urvalskriterierna och -metoden kommer att utformas så att en stor del av energianvändningen inom industrin undersöks inom STIND. För att uppnå detta har man gjort bedömningen att det kommer att behövas i *storleksordningen* ett hundratal besiktningar per årsgrupp och att fördelningen av besiktningar ska viktas så att energiintensiva företag väljs med större sannolikhet än mindre energiintensiva. De övergripande principerna för urvalet kommer att utvecklas till mer detaljerade kriterier inom Pilotprojekt År 1. Urvalet kommer sedan att genomföras inom STIND-projektet för varje enskilt år.

---

<sup>1</sup> Energianvändningen för företag med färre anställda skattas genom modellberäkningar,



#### 4.1.1 Årsgrupper

Med utgångspunkt i de två kriterier som nämns ovan utarbetades inom Etapp 1 av Energistatistik i industrin ett förslag till sex årsgrupper med 1-6 branscher (två-siffrig SNI-kod) i varje årsgrupp. Tabell 4.1 är tagen från *Energistatistik i Industrin – Etapp 1*. Indelningen är baserad på kriterier som likhet i produkter och likhet i energiintensitet (generaliseras i typ I, II och III), det vill säga ”sunt förnuft-kriterier”. Årsgrupperna har också använts i räkneexemplet i Appendix B.

**Tabell 4.1 Förslag till uppdelning av företag i olika årsgrupper. Tabellen avser företag med mer än nio anställda, totalt 6468 företag (enligt SCBs företagsdatabas).**

**Typ avser energiintensitet: Typ I Energiintensiva, Typ II Processindustri, Typ III Verkstadsindustri, övriga.**

Typ			Antal företag	Total energi [GWh]	EI [GWh]
	<b>År 1</b>	<b>Totalt antal företag</b>	<b>282</b>	<b>7000</b>	<b>1000</b>
II	23.1 <sup>2</sup>	Glasprodukter	50		
III	23.2	Eldfasta produkter	10		
III	23.3-4	Keramiska produkter	24		
I	23.5	Tillv. av cement kalk och gips	11		
II	23.6-9	Bearbetning och tillv. av varor av gips, sten	187		
	<b>År 2</b>	<b>Totalt antal företag</b>	<b>880</b>	<b>90000</b>	<b>26000</b>
I	16.1	Sågning och hyvling av trä, träimpregnering	273		
II	16.2	Tillverkning av träprodukter	397		
I	17.11	Massatillverkning	17		
I	17.12	Papperstillverkning	62		
II	17.2	Pappersprodukter	131		
	<b>År 3</b>	<b>Totalt antal företag</b>	<b>707</b>	<b>29000</b>	<b>8000</b>
I	19.2	Petroleumraffinering	16		
I	20.1	Baskemikalier	92		
II	20.2-5	Kemiska produkter	120		
III	21.1	Tillverkning av farmaceutiska basprodukter	5		
II	21.2	Tillverkning av läkemedel	47		
III	22	Tillverkning av gummi och plastvaror	427		
	<b>År 4</b>	<b>Totalt antal företag</b>	<b>757</b>	<b>6000</b>	<b>2500</b>

<sup>2</sup> SNI 2007

II	10	Livsmedelsframställning	726		
II	11	Framställning av drycker	25		
II	12	Tobak	6		
	<b>År 5</b>	<b>Totalt antal företag</b>	<b>301</b>	<b>36000</b>	<b>8000</b>
I	24.1	Framställning av järn och stål samt ferrolegeringar	32		
II	24.2-3	Tillverkning av stålrör, stång, band	72		
I	24.4-5	Andra metaller, gjutning	92		
I		Gruvindustri	105		
	<b>År 6</b>	<b>Totalt antal företag</b>	<b>3646</b>	<b>12000</b>	<b>7000</b>
III	25	Metallvaror, ej maskiner eller apparater	1793		
III	26	Datorer, elektronik och optik	288		
III	27	Elapparatur	280		
III	28	Övriga maskiner	885		
III	29	Motorfordon och släpvagnar	294		
III	30	Övriga transportmedel	106		

#### 4.1.2 Begränsning av urvalsram och viktning

Genom att undanta företag med mindre än nio anställda minskar det totala antalet företag inom gruppen från närmare 60 000 till ca 8 200. De branscher som undantagits från studien minskar urvalsramen med ytterligare ca 1 000 företag. Slutligen bör företag som saknar omsättning och/eller energi-användning rensas ur urvalsramen. I det här sammanhanget bör det dock noteras att den slutliga urvalsprocessen kommer att baseras på arbetsställen och inte företag, vilket gör att generellt sett fler objekt kommer att omfattas.

Detaljerade kriterier för att ingå i urvalsramen kommer att utarbetas under första årets pilotstudie, men kommer framförallt att avse:

- Företagets (arbetsställets) klassning i SNI-kod
- Totalt antal anställda (> än 9 anställda)
- Omsättning och energianvändning > 0 (d v s om arbetsstället är i drift)

Information om dessa kriterier finns i allmänhet tillgänglig innan urvalet görs, även om förutsättningarna naturligtvis kan ha ändrats sedan uppgifterna samlades in.

Inom varje årsgrupp kommer de arbetsställen som ska undersökas (objekten) att tas fram genom ett viktat urval, utifrån arbetsställets energiintensitet (energianvändning per förädlingsvärde). Enligt förslaget genomförs urvalet med en metod (Pareto  $\pi$ ps) som innebär att de mest energiintensiva företagen i varje bransch väljs med sannolikhet 1, samt att ett urval inom varje bransch sker. För att få ett rimligt antal besiktningar inom varje årsgrupp kommer

gränsen för hur energiintensiva de företag som väljs med sannolikhet 1 att skilja sig åt mellan årsgrupperna. (För ett räkneexempel och vidare beskrivning av urvalet för varje år i cykeln, se Appendix B.)

Grupperingen av branscher i årsgrupper ovan innebär också en inbyggd slagsida mot energiintensiv industri. De årsgrupper som innehåller de mest energiintensiva branscherna har färre företag, vilket gör att om stickprovet är ungefär lika stort varje år, ägnas dessa branscher mer tid i förhållande till sin storlek vad gäller antal företag, omsättning och antal anställda.

Som urvalsram används SCB:s undersökning *Industrins Energianvändning*. Detta är den enda urvalsram som har tillgång till det mått (energianvändning/förädlingsvärde) som skall användas som vikt i urvalet. Själva urvalet kommer att göras av SCB, medan kontakten med företag kommer att skötas av projektgruppen för STIND.

#### 4.1.3 Ytterligare urvalssteg.

För undersökningsobjekt som består av stora anläggningar kan det vara omöjligt att genomföra en detaljerad besiktning av hela anläggningen. Inom STIL 2 hanterades detta genom att man lade till ytterligare urvalssteg. Stora objekt, till exempel sjukhus, undersöktes då genom att man gjorde ett urval av byggnader eller delar av byggnader inom objektet. Inom STIL 2 skedde även detta urval genom Pareto  $\pi$ ps, vilket innebär att stora användare väljs med större sannolikhet. (Energianvändningen i vårdlokaler, ER 2008:09)

Motsvarande skulle inte vara lämpligt att göra på en industriell anläggning, eftersom man då skulle riskera att få med enbart vissa processteg. Istället föreslår vi att kriterier för hur besiktningsmannen ska prioritera i stora anläggningar utvecklas. Utveckling av sådana kriterier diskuteras vidare i avsnitt 5.4 och kommer att fastställas som en del av Pilotprojektet År 1.

#### 4.1.4 Övertäckning och bortfall

Det är viktigt att ha en urvalsram, som inte medför alltför stor övertäckning. Övertäckningen består i detta fall bland annat av företag vars status, till exempel vad gäller drift och antal anställda, har ändrats så att det inte uppfyller uppsatta kriterier. På grund av det bortfall som uppkommer genom att företag inte uppfyller kriterier för deltagande i studien (antal anställda, i drift etc.) eller genom att de inte vill delta, kan ett tilläggsurval behöva göras. Problemet med övertäckning kan vara betydande, i STIL-studien 2007 gjordes till exempel ett urval av 350 objekt av SCB. Målet var att undersöka 130 objekt. Vid rundringning insåg man att det var färre än 130 av de 350 som uppfyllde de uppsatta kriterierna avseende storlek, verksamhet etc., varför ett tilläggsurval fick göras. Av de objekt som uppfyllde kriterierna var däremot bortfallet på grund av att man inte *vill* medverka litet.

För industriföretag kommer förhållandet sannolikt att vara det omvända: ett mindre antal kommer att försvinna på grund av att de inte uppfyller kriterierna för deltagande, medan fler kommer att falla bort på grund av att de av olika anledningar inte vill medverka i studien. Det bortfall som beror på att man inte vill delta riskerar att leda till ett systematiskt fel i resultaten, varför det är

mycket viktigt att minimera bortfallet av denna anledning. Se vidare diskussion i kapitel 7 i denna rapport.

Vi föreslår att man i arbetet med urvalet använder sig av erfarenheter från STIL 2 (som bland annat går att läsa om i STIL-rapporterna, se till exempel Energi användningen i vårdlokaler (ER 2008:09)), och att projektledaren har en dialog både med SCB och med ansvariga statistiker på Energimyndigheten. Urvalet som kommer att göras inom ramen för det första årets pilotstudie kommer också att ge svar på frågor om omfattningen av övertäckning och bortfall.

#### 4.1.5 Sammanfattning av räkneexempel för urval

Här följer en sammanfattning av räkneexemplet i Appendix B. Vi visar också med exempel hur många objekt som kommer att undersökas under År 5.

Metoden som föreslås användas är ett Paretourval. De objekt som med sannolikhet 1 kommer att ingå i urvalet är de som har högst värde på energiintensitetsparametern (energi/förädlingsvärde). Detta innebär att i varje årsgrupp kommer de objekt med högst energiintensitet att ingå i urvalet med urvalssannolikhet 1, medan det bland övriga objekt sker ett urval, där urvalssannolikheten är proportionell mot energiintensiteten. Således får objekt med en hög energiintensitet en större urvalssannolikhet. Det har visat sig att den grupp av företag som väljs med sannolikhet 1 korrelerar med de företag som är de största energianvändarna i absoluta tal.

Som ett exempel väljer vi årsgrupp fem, som innehåller järn- och stålindustrin. Den består enligt förslaget av fyra undergrupper, varav den absolut största energianvändaren är SNI 24.1, Framställning av järn och stål samt ferrolegeringar. Enligt det material som räkneexemplet är baserat på finns 19 företag i denna SNI-kod, varav 14 kommer att komma i urvalsgruppen med sannolikhet 1. Detta innebär att de 14 största (med avseende på energiintensitetsparametern) företagen i SNI 24.1 kommer att ingå i urvalet för undersökning. Bland de övriga fem finns det en viss urvalssannolikhet för varje företag. Enligt det material som räkneexemplet är baserat på kommer minst  $\frac{3}{4}$  av företagen inom SNI 24.1 att undersökas. . Vi anser att detta kommer att ge en rättvisande bild av energianvändningen inom SNI 24.1.

## 4.2 Pilotstudie

*Pilotstudien* kommer att genomföras genom pilotbesiktningar av ett mindre antal företag inom årsgruppen och har framförallt två parallella syften:

- Praktiskt testa och vidareutveckla den generella besiktningsmetodiken för olika industrityper (som tagits fram i Etapp 2).
- Detaljutforma och anpassa besiktningsmetodiken för de branscher som ska undersökas under det aktuella året.

Eftersom det första syftet i första hand innebär en förfining av metodiken mer generellt, kommer detta behov att minska med åren. Pilotstudien kommer därför att vara av särskild betydelse och mer omfattande under STIND-projektets första år, för att sedan gradvis minska i omfattning. Vår bedömning är att från år 3 kommer den generella besiktningsmetodik att vara fastlagd och pilotstudien kan då fokusera helt på att branschanpassa besiktningsmetodik och –modell.

I piloten ingår tre steg:

- Förarbete som framförallt omfattar att komplettera med branschspecifika delar av STIND-modellen, till exempel:
  - Identifiera branschspecifika processer
  - Ta fram produktkategorier (t.ex. ton stål eller ton tidningspapper) för insamling av produktionsdata under fliken Anläggningsdata.
- Planering och genomförande av pilotbesiktningar, genom att ta kontakt med potentiella företag och undersöka ett mindre antal företag inom de branscher som ingår i årsgruppen (till exempel två företag från varje bransch inom gruppen). Undersökningen består av förarbete, besök och efterarbete/analys.
- Vidareutveckling av besiktningsmetodik. Till exempel omfattar detta:
  - Dela upp alla objekten i grupper m.a.p. undersökningsförfarande och tidsåtgång, så att allt är klart för att lägga upp arbetet för besiktningsmännen i den riktiga undersökningen.
  - Modifiera modellen och undersökningsförfarandet baserat på erfarenheter som görs under pilotstudien.
  - Branschanpassa kriterierna för deltagande i studien och kriterierna för prioriteringar vid besiktningarna.

Detta projekt (Ettap 2) har framförallt fokuserat på att utveckla den besiktningsmodell som ska användas vid besiktning av ett enskilt företag/anläggning. Utvecklingen har drivits så långt som har bedömts vara möjligt, utan att genomföra pilotbesiktningar. Detta medför att modellen behöver kompletteras med bransch- och processspecifika uppgifter, men också att de generella delarna (detaljeringsnivå, vilka delar av objektet som kan mätas respektive uppskattas och så vidare) behöver testas genom praktisk användning av modellen. Det effektivaste sättet att uppnå detta har bedömts vara genom att använda första årets pilotstudie för båda dessa syften.

Det första året omfattar årsgruppen cementindustrin samt sten, gips, glas- och keramikproduktion. Att denna årsgrupp lagts första året är ingen slump. Gruppen är relativt liten och ”enkel”, samtidigt som den omfattar mer energi-intensiv industri av processkaraktär, vilket gör den lämplig för färdigutveckling av besiktningsmetodik och –modell.

Detta innebär att Pilot År 1 blir speciell såtillvida att utvecklingen av besiktningsmetodik kommer att vara mer grundläggande och även omfatta

moment som att fastställa generella kriterier för prioriteringar vid besiktningarna och utveckling av slutgiltiga urvalsprinciper. I det arbetet kommer också Energimyndigheten att behöva inta en aktiv roll. Utöver dessa delar kan det parallellt med pilotstudie År 1 komma att behövas en särskild studie för att analysera bortfallets ”bias” mot vissa parametrar.

Pilotstudierna för övriga år kommer att bestå av samma principiella steg. De kommer dock att framförallt fokusera på branschanpassning av STIND-modellen, medan den generella besiktning metodiken och de delar av STIND-modellen som är branschneutrala förväntas vara i stort sett färdigutvecklade

### 4.3 Huvudstudie

Inom *huvudstudien* genomförs sedan standardiserade besiktningar av samtliga företag inom årsgruppens urval. Huvudstudierna kommer att ha samma syfte och inriktning under samtliga sex år, men varierar i omfattning och i viss mån besiktning metodik, beroende av branschens specifika karakteristika.

Huvudstudien kommer för samtliga undersökningsår att framförallt omfatta genomförandet av besiktningar, men som en del av förberedelserna för detta ingår också att kontakta de företag som ingår i urvalet, samt rekrytering och utbildning av besiktning personal, som ska genomföra besiktningarna. Dessa två moment kan genomföras antingen som en del av pilotstudien respektive år eller i inledningen av huvudstudien.<sup>3</sup>

Rekrytering och utbildning av besiktning personal kommer att kräva extra resurser under det första året. Målsättningen är att i möjligaste mån använda samma besiktning personal under de olika undersökningsåren, vilket gör att utbildningen under senare år i högre grad kommer att kunna begränsas till branschspecifika aspekter och därmed vara mindre omfattande. Naturligtvis sker en del naturlig ”personalomsättning” och utbildningen får då anpassas.

Totalt sett innebär huvudstudien varje år ett omfattande projekt, vars organisation föreslås att läggas upp på liknande sätt som STIL 2. Detta innebär att ett projektledningskansli sätts upp, som har ansvar för:

- Projektledning, allmänt
- Kontakter med de arbetsställen som ingår i urvalet och sådana uppgifter som är kopplat till detta (till exempel att hitta rätt kontaktpersoner, få godkännande från ägare eller motsvarande att delta i studien och samla in allmänna uppgifter som besöksadress m m).
- Tidsbokning av besök av besiktning män.
- Organisera kontrollbesiktningar och övrig kvalitetssäkring.
- Sammanställa och skicka ut feed-back från besiktningarna till deltagande företag.

---

<sup>3</sup> År 1 kommer pilotbesiktningen att föregå urvalet och urvalet att genomföras i början av huvudstudien. Anledningen till detta är framförallt att slutliga urvalsprinciper kommer att tas fram parallellt med pilotstudien och att detta annars skulle försinka besiktningarna.

- Sammanställa resultat och rapporter från undersökningen, baserat på besiktningensresultaten (inrapporterade i STIND-modellen). Rapporteringen ska även omfatta analys av resultaten, inklusive feluppskattningar.

Projektledningen, inklusive kansliets arbete med urval och utbildning av besiktningmännen, omfattar i grova drag en fjärdedel av den totala kostnaden för huvudstudien (något större andel under År 1). Resterande del består av kostnaderna för att genomföra själva besiktningarna, inklusive förarbete och efterarbete. Efterarbetet avser framförallt inmatning av data för varje besiktningensobjekt i STIND-modellen.

Huvudstudien År 1 kommer att omfatta ytterligare några inledande uppgifter:

- Genomförandet av urvalsprocessen.
- Slutligt utarbetande av informationsmaterial till deltagande företag, ”incitamentsportfölj”.
- Projektorganisation.
- Utbildning av besiktningmän.

## 5 BESIKTNINGSMETODIK

Med besiktningsmetodik menar vi det praktiska tillvägagångssättet vid besök på företag, användning av kriterier för prioriteringar som måste göras vid besiktningarna, hur modulerna i besiktningsprotokollet ser ut, samt metoder för kvalitetssäkring av data. I detta kapitel ges en kort allmän reflektion om energibesiktning i industriföretag. Vi redovisar också det arbete som gjorts med att ta reda på hur energianvändningen rapporteras i större företag, samt analysen av de mätningar av märkeffekt och last av motorer som utförts av ÅF och WSP. Slutsatserna från dessa båda studier och erfarenheter från STIND är en del av det som ligger till grund för det praktiska genomförandet (avsnitt 5.6) och utformningen av modellen (kapitel 6).

### 5.1 Allmänt om besiktningsmetodik för industriföretag

Undersökningen av enskilda industriföretag inom STIND kommer att ske genom besiktningar på liknande sätt som inom STIL 2. Förutsättningarna för att besiktiga energianvändningen inom industriella anläggningar skiljer sig dock på flera sätt, jämfört med dem för lokaler.

Undersökningen av varje enskilt objekt inom STIL-undersökningen baseras dels på de uppgifter som samlas in vid besiktningen, dels på den beräkningsmodell över lokalens totala elanvändning som tagits fram. Uppgifterna som samlas in utgörs i betydande utsträckning av information om använd utrustning (antal datorer, kylskåp etc.) och dess status. Dessa data kompletteras sedan med direkta mätningar av till exempel elanvändning i mer energikrävande utrustning (för fläktmotorer och pumpar har till exempel en målsättning att mäta dem med märkeffekt större än 1 kW använts). Beräkningsmodellen bygger sedan på olika typer av schablontal, till exempel för specifik energi-användning i datorer, kylskåp och tvättmaskiner och för olika typer av pumpar.

För industriella anläggningar är det en mindre andel av den totala energi-användningen som kan beskrivas på motsvarande standardiserade sätt. Till exempel finns det idag inte i någon större utsträckning schablontal för kWh/utrustning eller drifttider kopplade till energianvändning inom industrin och varje del av produktionsprocessen är i de flesta fall mer eller mindre unik. Det är också en betydligt större andel av energianvändningen som avser sådan mer energikrävande utrustning som direktmäts inom STIL, varför gränserna för när sådan mätning är möjlig måste anpassas. Detta kan innebära att man sätter en gräns för vilken effekt en motor skall ha för att kvalificera för mätning eller att ett urval av motorerna mäts.

Inom STIND-undersökningen är det därför inte realistiskt att uppnå samma detaljeringsnivå som inom STIL. Besiktningen kommer med nödvändighet att i högre grad bygga på de data som finns tillgängliga inom anläggningarna. (Se vidare kapitel 6 och 8 i denna rapport.) Trots skillnaderna finns det goda möjligheter att utgå från den metodik och modell som används inom STIL och anpassa denna för industrin.



## 5.2 Slutsatser från undersökning av intern energiredovisning i energiintensiva företag

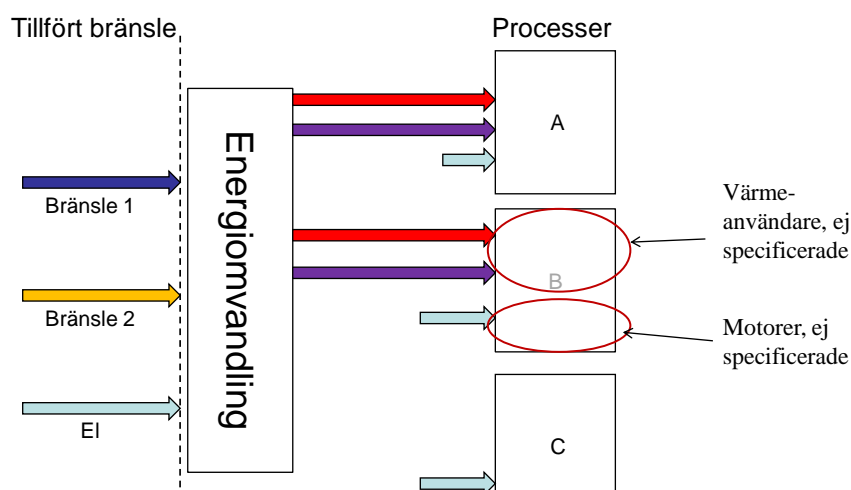
Det är önskvärt att utforma modellen så att den kan använda indata som är någorlunda lättåtkomliga för företag och besiktningsmän. Därför behövdes en inventering av hur den interna energiredovisningen går till i olika typer av företag.

Undersökningen gick till så att vi valde ut företag från följande branscher: Massa- och pappersindustrin, Livsmedelsindustrin, Trävaruindustrin (sågverk), Järn- och stålindustrin, Kemiindustrin. De ombads att berätta vad de själva visste om sin energianvändning, och särskilt om de har delat upp energin per användare. (Med användare menas här pumpar, fläktar, värmare etc.)

I de företag som vi varit i kontakt med finns tre nivåer på energirapporteringar:

- Företaget vet enbart hur mycket man köpt in av olika bränslen. Kanske har man viss kunskap om i vilka delar av produktionen den används, till exempel genom avläsning i transformatorstation.
- Företaget har ovanstående data, men har i tillägg någon typ av fördelningsmodell. Man utför dock inga mätningar och har inte gjort en energibalans.
- Företaget har gjort en ambitiös energikartläggning där även mätningar ingår.

I den sistnämnda gruppen ingår företag som deltar i PFE. Gemensamt för alla dessa rapporter är att de är uppdelade på processer, vilka är branschspecifika. I övrigt skiljer sig rapporterna i denna grupp genom detaljeringsgraden: I vissa redovisas till exempel ånga av olika temperatur och tryck. I en rapport redovisas, förutom el och bränslen, även tryckluftanvändningen för varje del av processen. Det finns en viss uppdelning på användare (markerat med röd ring i Figur 6.1), men ingen av rapporterna har summerat dessa, så att man till exempel direkt kan avläsa hur mycket el som går till pumpar.



**Figur 5.1: Principskiss över insamlade data i energiintensiva företag med ambitiös energirapportering.**

Slutsatsen är att företag av typ I och II (energiintensiva, se Slutrapport Etapp 1) som vi avsett att få en uppfattning om här har mycket olika nivå på sin energirapportering. Inför besiktningen föreslår vi att man frågar om företagets interna energiredovisning och därefter gör en bedömning av i vilken utsträckning den kan utgöra underlag för besiktningen. I vårt underlag är det normalt lätt att göra den bedömningen.

Vi anser att företag med ambitiös energirapportering i stor utsträckning kan besiktigas med hjälp av data som företaget själv tillhandahåller. I de fall där man inte redovisar användare behöver besiktningsmannen själv utföra mätningar/uppskattningar av märkeffekt och verklig effekt, driftstider och så vidare. Besiktningsmannen har sedan till uppgift att placera in data i den modell som används för samtliga besiktningar.

### 5.3 Resultat från motorstudier

Att mäta elanvändningen till motordrifter innebär mätning på väldigt många objekt och är i praktiken en orealistisk åtgärd inom STIND-projektet. Det ligger nära till hands att istället utgå från motorernas märkeffekt och drifttid för att få en uppskattning av elanvändning. Men eftersom få motorer körs vid en last motsvarande märkeffekten skulle en beräkning enligt ovan överskatta elanvändningen.

För att få en uppfattning om hur stor avvikelsen kan vara, och om det finns någon ”universell” korrektionsfaktor, har WSP och ÅF under sommaren 2009 genomfört motorinventeringar och mätningar vid fem olika industrier. Företagen representerar olika branscher och storlek. Av företagen hör två stycken till livsmedelsbranschen, två stycken tillhör verkstadssektorn och ett företag representerar sektorn massa- och papperstillverkning. Två av företagen tillhör gruppen små och medelstora företag (ett verkstadsföretag och ett livsmedelsföretag).

För varje motor har man i möjligaste mån fastställt:

- märkeffekt
- aktiv effekt (momentanmätning)
- effektfaktor,  $\cos \varphi$
- drifttid

#### 5.3.1 Data

Totalt omfattar studierna 198 objekt varav 138 har valts ut för analys. (De 60 objekt som slopats var ofullständiga mätningar.)

Vi har definierat tre olika typer av motordrifter: fläktar, pumpar och övrigt. I gruppen övrigt innefattas t.ex. omrörare, skärande och slipande metallbearbetning, kompressorer, transportörer och silar.

Vidare så har vi definierat tre olika storleksklasser för motorer; ”small”, ”medium” och ”large”.

Drifttiden för motorerna beror till stor del på i vilken typ industri motorerna används, men även i t.ex. verkstadsindustri finns objekt som har kontinuerlig drift.

### 5.3.2 Resultat

Kvoten  $\frac{\text{uppmätt effekt}}{\text{märkeffekt}}$  kallar vi lastfaktor och detta är den faktor som vi kan multiplicera märkeffekten med för att få använd aktiv effekt. I tabell 5.1 återfinns sammanfattande statistik för lastfaktorn.

**Tabell 5.1** Sammanfattande statistik för lastfaktorn.

<i>Lastfaktor</i>	
Medelvärde	0,56
Medelfel (SE)	0,03
Median	0,62
Typvärde (Mode)	0,88
Standardavvikelse	0,32
Minimum	0,02
Maximum	1,23
Undre kvartil	0,25
Övre kvartil	0,86

Medelvärdet av lastfaktorn (0,56) är i vårt tycke förvånansvärt lågt men har visst stöd av en annan undersökning genomförd i ett PFE-företag samt en driftanalys av luftbehandlingssystem utförd av Sweco Theorells. Vidare så kan man från tabell 5.1 notera att spridningen är stor med en standardavvikelse på 0,3.

Frågan är om variationen kan förklaras av typ av drift (t.ex. fläktar, pumpar eller annat), typ av industri, motorstorlek, eller drifttid (kontinuerlig, dagtid osv.).

En statistisk analys (se appendix) visar att det finns en signifikant påverkan av drifttyp och typ av industri (eller snarare drifttid), men dessa faktorer kan ändå bara förklara en mindre del av variansen.

Genomsnittlig lastfaktor är högst för verkstadsindustrin (0,8), näst högst för livsmedelsindustrin (0,6) och lägst för massa- och pappersindustrin (0,4). Vidare så är genomsnittlig lastfaktor för fläktar och pumpar lika (0,7) medan övrig drift (t.ex. omrörare, kompressorer, skärande och slipande metallbearbetning, transportörer och silar) har en betydligt lägre lastfaktor (0,4).

Materialet är dock för litet och spridningen för stor för att man skall kunna dra några säkra slutsatser.

Metod för att hantera de objekt som inte mäts, utan där enbart märkeffekt noteras, kommer att värderas utgående från resultatet av den första Pilotstudien.

### 5.4 Differentierad besiktningsmetodik

Industrins energianvändning domineras av processindustrierna massa- och papper, järn- och stål samt baskemikalier, som består av stora och komplexa

anläggningar. Även mindre energiintensiva företag kan ha anläggningar som är för omfattande för att det ska vara möjligt att genomföra en detaljerad besiktning av hela anläggningen. Istället behöver man göra en avvägning mellan att ge en mer övergripande bild av anläggningens totala energianvändning och att samla in mer detaljerad information om delar av anläggningen och/eller processen. För att kunna göra den här avvägningen behöver tydliga kriterier för vilka prioriteringar som ska göras vid besiktningen utvecklas. Utvecklingen av kriterier skulle kunna bygga på till exempel följande mer övergripande principer:

- Hela arbetsställets energianvändning ska ingå på nivån tillförd energi.
- Fokus i besiktningen ska ligga på energi som används inom tillverkningsprocessen.
- Mer detaljerade data samlas in för elanvändning än för värmeanvändning.
- Mer detaljerade data samlas in för energianvändning som sker i stödprocesser, vilka i större utsträckning kan generaliseras mellan branscherna.

Gemensamma principer bör fastställas för hela STIND. För varje årsgrupp och bransch behöver dessa sedan översättas till kvantitativa kriterier, vilka besiktningsspersonalen kan använda för att göra prioriteringar vid besiktningen. Fastställande av denna typ av principer och vidareutveckling till kvantitativa kriterier ingår i Pilotprojektet År 1.

Inom de energiintensiva branscher som nämns ovan finns en lång tradition inom både företagen och branscherna av kontinuerlig intern rapportering, energiuppföljning och olika former av andra sammanställningar. En inventering av data för dessa branscher bör därför utnyttja de inarbetade rapporteringsprinciper som finns inom dessa industrier även om detaljeringsgrad, ambitionsnivå och indelning i redovisningsområden varierar mellan branscher och företag.

I vårt förslag används samma besiktningssprotokoll för alla branscher. Vissa uppgifter i protokollet är dock olika år från år, till exempel kommer processavdelningarna att skilja sig åt mellan åren. Besiktningssprotokollet är flexibelt såtillvida att de uppgifter som efterfrågas kan komma från mätningar eller uppskattningar. I större företag kommer besiktningen i större grad baseras på företagets egen energirapportering. Detta är också en förutsättning för att kunna göra rimliga prioriteringar och uppnå en intressant detaljeringsnivå för studien. Besiktningssmannens roll blir dels att göra en rimlighetsbedömning av energirapportens siffror och dels att komplettera befintliga uppgifter vid behov.

Besiktningssprotokollet måste ändras och specificeras inför varje år så att det passar de branscher som skall undersökas.

## 5.5 Kvalitetssäkring

Kvalitetssäkring av besiktningarna kommer att ske på flera olika sätt. Inspiration har hämtats från STIL 2. I besiktningssmodulerna finns inbyggda funktioner som ger möjlighet att summera alla energianvändare. Summan av energianvändningen ska för varje energibärare överensstämma med summan av

energimängden från energiomvandlarna och de energibärare som används direkt, kompenseras med exporterad energi. Restposten i denna energibalans är därmed ett mått på hur väl energianvändarna och energiomvandlarna är fastställda. Avvikelse i balansen ska avvägas mot energiförlusterna och andra mätsvårigheter. Ytterligare en energibalans som kan ställas upp i besiktningens modulerna är hur tillförd energi till anläggningen används direkt av energianvändare eller i energiomvandlare. Avvikelse i denna balans måste även avvägas mot energiförluster. Energibalanserna ger således en uppfattning om kvaliteten i besiktningen även om storleken på energiförlusterna kan vara svår att uppskatta.

Inom projektet kommer det att finnas ett mindre antal huvudbesiktningsmän. Varje besiktningensprotokoll ska granskas av en sådan besiktningsman. Om energibalanserna inte går ihop på ett tillfredställande sätt eller om besiktningen av någon annan orsak upplevs som osäker kan besiktningen göras om av en huvudbesiktningsman. Ombesiktning av anläggningar ska även genomföras slumpmässigt på ett förutbestämt antal objekt. Dessa besiktningar ska genomföras av huvudbesiktningsmän.

Det bör diskuteras huruvida det skall finnas en utomstående person som granskar metod, urval och analyser på motsvarande sätt som finns inom STIL 2.

## 5.6 Ett företagsbesök inom STIND, exempel

Nedan beskrivs kortfattat hur ett besök kan genomföras. Det förutsätts att företaget tidigare har accepterat att delta i undersökningen. Detaljerna kommer att utvecklas ytterligare inom pilotprojektet år 1.

- Proceduren inleds med att energiansvarig på företaget kontaktas och det fastställs vilka dokument som kan användas som underlag till besiktningen. Exempel på underlag är scheman, loggar, bränsle- och elräkningar, interna energiredovisningar, energiinventeringar, kopia på blanketten som lämnats in till SCB:s undersökning *Industrins energianvändning*, samt eventuella sammanställningar av t.ex. ventiltionsaggregat, luftflödesmätningar etc.. I möjligaste mån översänds dokumenten till besiktningsmannen och en tid för besöket bokas.
- Utgående från tillgängliga data och fastställda kriterier avgör besiktningsmannen hur besiktningen ska genomföras avseende avvägningen mellan detaljerade data och heltäckande kartläggning. Denna avvägning omfattar även en ungefärlig bedömning hur mycket mätningar som kommer att behövas. Både vid planeringen och genomförandet av besöket har besiktningsmannen stöd av tydliga kriterier för prioriteringar och detaljningsnivå. Besiktningsmannen har också möjlighet att kontakta huvudbesiktningsmannen för konsultation om svårigheter uppstår. Principerna och kriterierna kommer att fastställas i pilotprojekt år 1, se 5.4.
- Före besöket fastställer besiktningsmannen även vilka delar som kan inventeras med schabloner och beräknar i möjligaste mån

energianvändningen i dessa. Exempel på sådana delar är kontorsutrymmen och lager.

- Besöket inleds med en genomgång tillsammans med energiansvarig. Vid detta tillfälle diskuteras tillgängligt material och besiktningsmannen klargör hur inventeringen önskas genomföras. Utgående från dessa önskemål, möjligheterna att mäta på olika processdelar och andra praktiska förhållanden fastställs hur inventeringen ska genomföras. Inventeringen sker med fördel genom att både energiansvarig och besiktningsmannen går runt och utför mätningar eller räknar utrustning. Resultaten antecknas per processavdelning eller utrymme.
- Efter besöket, eller i anslutning till det, fylls data från besiktningen i beräkningsprogrammet (modellen) och nödvändiga energibalanser ställs upp.
- Resultatet av besiktningen i form av modellen granskas slutligen av en huvudbesiktningsman. Granskningen mynnar ut i att besiktningen godkänns eller i ett beslut i ombesiktning.

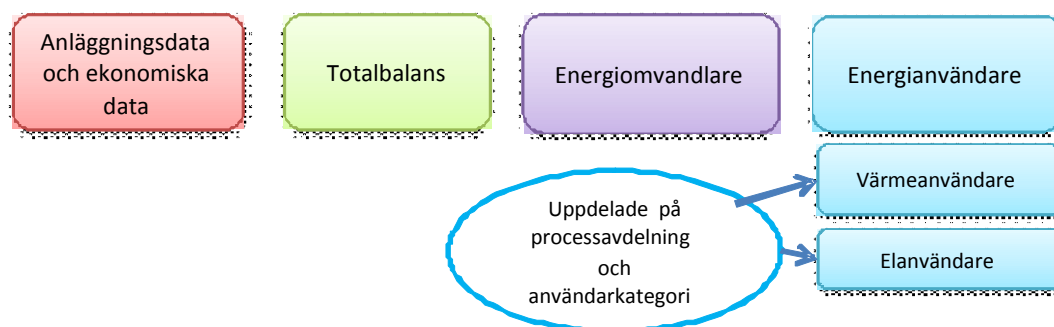
## 6 MODELLEN

Under våren har arbetet med att utveckla besiktningsprotokollet, "Modellen", för STIND pågått. Den har utvecklats i ett samarbete mellan Energimyndigheten, CIT IE, ÅF och WSP. Modellen fungerar både som besiktningsprotokoll för besiktningsmannen och beräkningsprogram.

Den metodik som tagits fram i form av besiktningsprotokollet bygger på det program som utvecklats i STIL. Beräkningsprogrammet har anpassats och utvecklats till förhållandena i industrin, till exempel har moduler för energiomvandlare och ånganvändning lagts till. Modellen har omarbetats så att den blir uppdelad på *processavdelning* (ex: indunstningen i ett massabruk) i stället för, som i STIL, på *byggnad*. Identifiering av processavdelningar sker inför varje år, genom att "experter" på årets branscher kommer att finnas med i arbetsgruppen. Eventuella ytterligare processavdelningar kan tillkomma under arbetet med pilotbesiktningarna. Det skall finnas möjlighet att specificera processen med en enhetsoperation. (Exempel på enhetsoperationer: blekning, destillation och torkning)

Modellen är uppdelad i fyra delar, vilka representerar olika nivåer på energiflödet, samt en administrativ del:

- Anläggningsdata och ekonomiska data
- Totalbalans: Tillförd och bortförd energi
- Energiomvandlare
- Energianvändare



**Figur 1: Principskiss för besiktningsprotokollet. Varje ruta motsvarar ett eller flera ark i excel-filen.**

Besiktningsmannen använder ett protokoll och checklista när han/hon går igenom anläggningen. Data för varje del samlas och bearbetas efter besöket i besiktningsprotokollet där varje del och dess underområden benämns moduler. Dessa moduler beskrivs nedan.

### 6.1 Anläggningsdata

I arket anläggningsdata samlas sådant som är relevant för kontakten med företaget, som adress, namn på kontaktpersoner, ägare och så vidare.

## 6.2 Ekonomiska data

För att kunna använda statistiken till exempelvis att analysera styrmedel krävs, förutom energianvändning, även ekonomiska data. Här följer ett förslag på data som vi, i samråd med Energimyndigheten, har ansett vara värdefull. Sammanställningen inkluderar definitioner, samt anger några andra sammanhang i vilka data förekommer. Med ”branschorganisationer” menas framför allt Jernkontoret, SKGS (Skogen, Kemin, Gruvorna och Stålet) och Skogsindustrierna. Om inte annat anges så är definitionerna tagna från energiskattedirektivet. Ur jämförelsesynpunkt är det viktigt att STIND anknyter till LSE (Lagen om skatt på energi) och Lagen om program för energieffektivisering.

### **Omsättning**

Med omsättning eller **försäljningsintäkt** avses ett företags eller en organisations totala försäljning (såväl kontant som fakturerad) under en viss period, vanligen per år.

Omsättningen är det vanligaste måttet på ett företags storlek, och används för att räkna fram övriga ekonomiska variabler och nyckeltal som efterfrågas.

### **Produktionssvärde**

Produktionsvärdet är ett mått på den volym som faktiskt produceras av enheten, på grundval av försäljningen, inbegripet förändringar av lager och återförsäljning av varor och tjänster.

Definition: Produktionsvärde kan avse omsättning, inkl. subventioner som är direkt kopplade till produktpriset, med tillägg eller avdrag för förändringar i lager av färdiga produkter, varor under tillverkning och varor och tjänster som inköpts för återförsäljning, med avdrag för inköp av varor och tjänster för återförsäljning.

### **Förädlingsvärde**

Enkelt uttryckt är förädlingsvärdet det värde som tillkommit produkten genom företagets insats, det vill säga skillnaden i värde mellan produkt och inköpt råvara.

Definition: skillnaden mellan företagets sammanlagda omsättning och sammanlagda inköp.

### **Fysiska produktionsdata**

Fysiska produktionsdata behövs för att kunna relatera exempelvis förädlingsvärdet till den faktiska produktionen. Vi avser att ta fram branschspecifika produktionsdata som tas fram inför varje år. Branschorganisationerna kommer att vara viktiga i detta sammanhang. Fysiska produktionsdata kan anges i antal eller vikt.

### **Resultat/vinst**

I modellen frågas efter resultatet före och efter skatt. Det har visat sig att huruvida företaget går med vinst eller inte har stor betydelse för viljan att investera i energieffektiviserande åtgärder.

### **Skatt**

Den skattesats som företaget betalar för koldioxidskatt, energiskatt och svavelskatt skall anges.

### **Styrmedel**



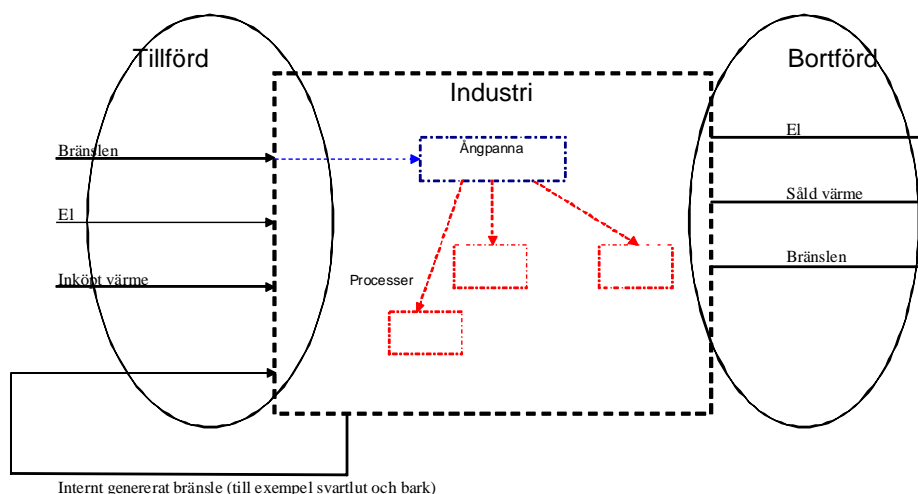
Under rubriken styrmedel återfinns frågor om företagets eventuella kontakt med energirådgivare och stöd för energikartläggningar och så vidare. (Se vidare bilaga C.)

### Övrigt

Övriga uppgifter som efterfrågas innefattar antal anställda, energikostnader och totala rörliga kostnader, samt uppgifter om energisparande åtgärder.

### 6.3 Totalbalans: Tillförd och bortförd energi

I denna modul ska anläggningens totala energibalans redovisas. Inmatning av tillförd och bortförd (såld) energi sker i enlighet med den systemgräns som visas i figuren nedan.



Från figuren ses att egenproducerade bränslen (t ex avlutar och bark) räknas som tillförd bränsle. Genom detta synsätt fås en korrekt bild av totalt tillförd energi till anläggningen och genom en balans med totalt bortförd energi fås nettotillförd energi till anläggningen.

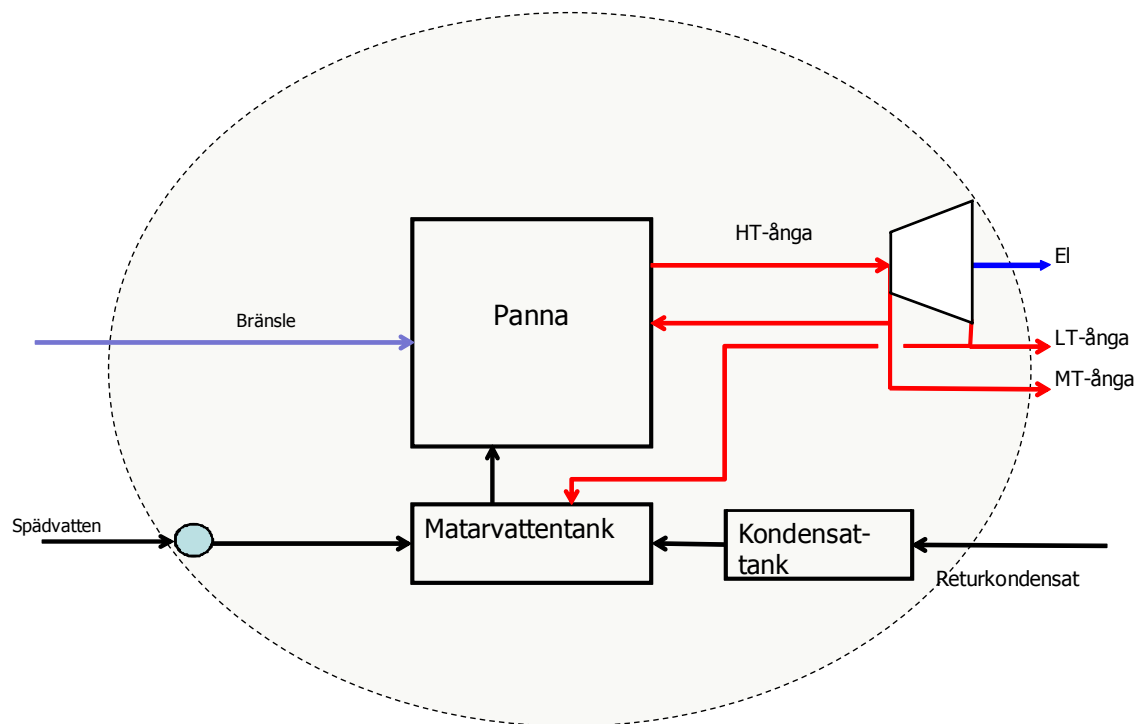
Det är viktigt att egenproducerad el och värme inte räknas som tillförd energi eftersom denna energi produceras från bränslen och därför skulle räknas dubbelt om den inkluderades.

Den totala balansen innehåller samma information som publiceras av SCB i den årliga totalundersökningen av energitillförseln till industrin. Det bör därför vara möjligt att för varje bransch få en bild av hur väl den insamlade statistiken i STIND representerar de verkliga förhållandena.

### 6.4 Energiomvandlare

En energiomvandlare omvandlar en energibärare till en eller flera andra energibärare. De nya energibärarna kan sedan användas i anläggningen eller bortföras från anläggningen genom att säljas. Det vanligaste fallet är att till anläggningen tillförd bränsle (en primär energibärare) omvandlas i ång- och hetvattenpannor. En ångturbin är också en energiomvandlare i vilken värmeenergi omvandlas till mekaniskt arbete och sedan eventuellt i nästa steg till el i en generator. För att förenkla balanserna är det oftast praktiskt att

betrakta flera enheter som en enda energiomvandlare. Ett vanligt exempel är att anse ångpanna, turbin och generator som en omvandlare. I figuren nedan visas systemgränsen för denna komplexa energiomvandlare.



De huvudsakliga energibärarna för denna energiomvandlare är bränsle in i systemet samt ånga och el ut ur systemet. För att få en fullständig energibalans måste även returkondensatet från ånganvändarna samt spädvatten som kompenserar för eventuella kondensatförluster inkluderas i balansen.

Innanför systemgränsen återfinns matarvattenförvärmning med ånga och annan användning av ånga, som till exempel sotånga och luftförvärmning. Vidare återfinns även eventuell förvärmning av spädvatten genom värmeåtervinning innanför systemgränsen. Skälet till att återvunnen värme kan ligga innanför systemgränsen, och inte betraktas som en extra tillförsel av värme, är att denna energi härstammar från de producerade energibärarna i energiomvandlarna och ursprungligen således från tillfört bränsle. Om den återvunna värmen skulle behandlas som tillfört värme skulle denna energi räknas två gånger.

Definitionen av systemgräns underlättar betydligt upprättandet av mass- och energibalanserna kring energiomvandlaren, eftersom intern värmeanvändning inte behöver beaktas. Differensen mellan in- och utgående energibärare utgör energiomvandlingens totala förluster och ger möjlighet att beräkna totalverkningsgraden på omvandlingen med hänsyn tagen till kondensatförluster. Att på något annat sätt än genom en energibalans fastställa förluster (t ex förbränningsförluster, utstrålningsförluster, mekaniska förluster) torde inte vara möjligt.

Energibärarna från alla energiomvandlare summeras för att ge en totalbild av hur primärenergien omvandlas till energibärare i anläggningen. Summan av de enskilda primära energibärarna ska överensstämma med tillförd primärenergi.

## 6.5 Energianvändare

Energianvändarna redovisas uppdelat på värmeanvändning i processen (oberoende av energibärare) och elanvändare. Summan av elanvändningen ska stämma med summan av tillförd el och egenproducerad el minus såld el. På värmesidan ska i ett idealt fall motsvarande balans också stämma. Det är emellertid betydligt mer komplext att ställa upp en sådan balans eftersom dessa energibärare kan användas i flera led.

Alla energianvändare ska karakteriseras genom att ange var i anläggningen energin används och vad den används till. Detta görs genom att ange processavdelning och användarkategori.

### Processavdelning

Med processavdelning menas i vilken process eller del av anläggningen som energin används. Processavdelningarna är branschspecifika även om samma avdelning kan återfinnas i flera branscher. Avdelningarna fastställs i varje års pilotprojekt och i samråd med experter och branschorganisationer. Jämförelser inom branscher är då möjliga att göra men inte mellan branscher. Exempel på processavdelningar är pappersmaskin, mjölmottagning, ljusbågsugn och lager.

### Användarkategorier

Användarkategorierna beskriver vad energin används till både för värme- och elanvändarna. De fastställda användarkategorierna är gemensamma för alla branscher vilket gör jämförelser mellan branscher möjliga. För värmeanvändningen används följande kategorier:

- Vätskevärmning
- Övrig fluidvärmning
- Torkning
- Smältning
- Övrig fastfasvärmning
- Övrig värmning och förbrukning för kemisk reduktion, elektrolytiska processer etc. (Lägg märke till att då el används inom dessa områden redovisas den här.)

Användarkategorierna för elanvändningen är:

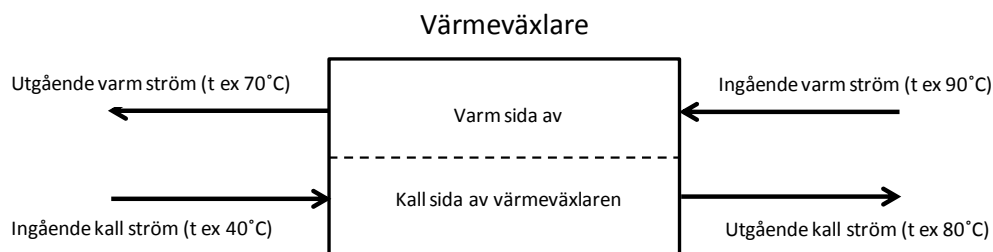
- Pumpar
- Fläktar
- Kylmaskiner och värmepumpar
- Belysning
- Ventilationsvärmning

- Tryckluft
- Bearbetning
- Övrig elanvändning

### 6.5.1 Värmeanvändare

Energianvändare redovisas var för sig i en modul. För varje användare ska det anges vilken processavdelning den tillhör och vilken användarkategori det är, se ovan.

Energianvändningen beräknas utgående från mätdata som måste kartläggas. Användningen kan antingen specificeras på tillförselsidan (= den varma sidan, energibärsidan) eller den kalla (produkt) sidan. Det är naturligtvis fördelaktigt att specificera användningen på tillförselsidan eftersom förlusterna då kommer att inkluderas i användningen. Om användningen specificeras på produktsidan bör förlusterna uppskattas på annat sätt.



I modulen finns på tillförselsidan möjlighet att välja mellan energibärarna ånga, hetvatten, bränsle och el. För de två förstnämnda finns entalpidata tillgängligt, varför endast tryck eller temperatur behöver anges. (Överhettad ånga kräver både tryck och temperatur.) För ett bränsle måste värmevärdet anges. Utgående från angivna data beräknas värmeflödet in och ut ur energianvändaren och sedan beräknas den årliga energianvändningen med hjälp av drifttiden.

Kondensatförluster specificeras genom att ange dess flöde och temperatur. Förlusterna ska normalt beräknas ner till spädvattentemperaturen. Det finns också möjlighet att ange eventuella andra förluster.

Det finns, som nämnts ovan, även möjlighet att specificera energianvändningen på produktsidan (den kalla sidan). I modulen förutsätts vatten som standardprodukt och beräkningarna måste korrigeras i de fall då detta inte är fallet. När den kalla sidan specificeras är det extra viktigt att uppskatta och ange energianvändarens förluster så att dessa inkluderas i användningen.

För varje energianvändare kan det anges huruvida den värms med primärvärme (d.v.s. direkt med en energibärare som tillförs anläggningen eller direkt från en energiomvandlare). Alternativet är värmning med återvunnen värme från en annan energianvändare.

Avslutningsvis summeras energianvändningen uppdelat på varje energibärare och under rubriken "Ej specificerat" då användningen är baserad på beräkningar på produktsidan.

Den totala användningen av primärenergi kan även beräknas som summan av tillförda energibärare som används direkt för värmning och energibärare från energiomvandlare korrigerat för bortförd energi från anläggningen.

De två alternativa sätten att beräkna energianvändningen ska idealt, om förlusterna har specificerats korrekt, överensstämma med varandra.

## 6.5.2 Elanvändare

Elanvändarna redovisas var för sig i egna moduler. I vissa moduler används olika fördelningsnyckeltal för att kunna genomföra beräkningarna. Dessa nyckeltal behövs i vissa fall verifieras alternativt kompletteras ytterligare i pilotstudierna.

Modulerna för pumpar, fläktar, kylmaskiner, värmepumpar, ventilation och belysning har sammanställts av Ove Borg, ÅF. Modulerna för tryckluft, bearbetning och övrig el har sammanställts av Patrik Thollander och Angeta Persson, WSP Environmental.

### 6.5.2.1 Pumpar

Under denna modul beräknas elanvändningen till samtliga pumpar. En fördelning av elförbrukningen görs till respektive pumptyp: värmecirkulationspumpar, värmeåtervinningspumpar, VVC pumpar, köldbärarpumpar, kylmedelpumpar och processpumpar. Även en fördelning per processavdelning görs.

Vid beräkning av elanvändningen används den bedömda medeleffekten samt årlig drifttid. Bestämning av medeleffekt kan antingen göras genom uppmätt eleffekt eller via märkeffekt och en bedömd ”belastningsfaktor”.

Det finns hjälpmedel för beräkning av årlig drifttid beroende på vilken utomhustemperaturer som pumpen startar respektive stoppas på.

För varje pump anges även om den har frekvensdrift.

### 6.5.2.2 Fläktar

Under denna modul beräknas elanvändningen till samtliga fläktar. Endast elanvändningen till fläktmotorer anges. Energianvändningen för uppvärmning eller kylning av luften anges inte eftersom detta kan göras under modulen ”Vent-värme o kyl”.

En fördelning av elförbrukningen görs till respektive fläkttyp: tilluftsfläkt, frånluftsfläkt, ventilationsaggregat (tilluft - och frånluftsfläkt), cirkulationsfläkt samt processfläkt. Även en fördelning per processavdelning görs.

Vid beräkning av elanvändningen används den bedömda medeleffekten samt årlig drifttid. Bestämning av medeleffekt kan antingen göras genom uppmätt eleffekt eller via märkeffekt och en bedömd ”belastningsfaktor”.

För varje fläkt anges även om den har värmeåtervinning, tidstyrning och frekvensdrift.

### 6.5.2.3 Kylmaskin o värmepump

Under denna modul beräknas elanvändningen för kylmaskin/värmepumpar samt hur stor värmeåtervinningen är.

Elanvändning fördelas på respektive processavdelning genom uppskattning av hur stor andel av elen som går till respektive processavdelning

Det finns även möjlighet att ange ålder för respektive kylmaskin/värmepump.

För processkyla mäts normalt kompressorernas elanvändning.

För de objekt vars behov beror på utomhustemperaturen finns det hjälp för att bestämma årligt kylbehov.

Den metod som bedömts vara den enklaste för en snabb och någorlunda korrekt uppskattning är att bestämma fastighetens kyleffektprofil.

Kylbehovet för en fastighet har som regel en baslast som slutar vid +15°C och ligger relativt konstant under den kallare delen av året. Över +15°C stiger kylbehovet i regel linjärt med utomhustemperaturen för att nå sitt max behov vid ca +27°C (eller när den installerade kyleffekten når sitt max). Baslasten är relativt enkel att bedöma om inventeringen görs under den kallare delen av året. Vid inventeringen kan drifttiden för kylkompressorena uppskattas eller mätas och därefter kan man erhålla en baskyleffekt. Topplasten kan vanligtvis bestämmas utifrån hur mycket maximal kyleffekt som kan produceras.

När ”kyleffektprofilen” för fastigheten har bestämts, beräknar modulen ut kylbehovet med hjälp av utomhustemperaturens varaktighet för den aktuella orten.

Det finns möjlighet att lägga in två olika ”kyleffektprofiler” för fastigheten en för dagdrift och en för nattdrift.

För att kunna beräkna hur stor elförbrukningen är ska även en bedömning av årsmedelkylfaktorn (COP) för kylmaskinen göras.

Vid bedömning av COP för en kylmaskin finns några hjälpmedel att använda. Bland annat redovisas några ”typiska” COP värden för olika typer av kylmaskiner (Vattenkylda, DX-kylmaskiner, skruv, scroll mm). Det finns även möjlighet att korrigera COP med avseende på olika drifttemperaturer.

### 6.5.2.4 Belysning

Under modulen fördelas elanvändningen för belysningen på respektive processavdelning fördelat på olika lamptyper (lysrör T5, T8, halogen, glödlampor, lågenergilampor, kvicksilverlampor, metallhalogen, natrium och annat). Även fördelning på olika rumstyper görs (kontor, lager, utomhus, kommunikation, serviceutrymmen, tillverkning).

Inmatningen kan göras på två sätt ”med hjälp av nyckeltal” samt ”inventering”:

Nyckeltal: För varje processavdelning anges vilka rumstyper som förekommer och dess area samt ett nyckeltal ( $W/m^2$ ). Det finns några typiska nyckeltal (framtagen från STIL2 undersökningen) som hjälp för kontor, omklädningsrum, serviceutrymmen, kommunikation och lager. Man kan även ta fram egna nyckeltal som är specifikt för objektet genom att inventera av en del yta.

Därefter anges drifttid per år. Det finns även en möjlighet att använda sig av en faktor för att reducera belysningsanvändningen.

Sist gör man en procentuell fördelning an energianvändningen på respektive belysningsarmatur.

Inventering: För varje processavdelning anges vilka rumstyper som förekommer och dess area. Därefter inventeras rumstyperna och man matar in hur mycket belysningsarmaturer i kW det finns för respektive typ. Därefter anges drifttid per år. Det finns även en möjlighet att använda sig av en faktor för att reducera belysningsanvändningen

#### 6.5.2.5 Ventilation, värme och kyla

Under denna modul beräknas främst energianvändningen för uppvärmning samt kylning av luften för respektive ventilationsaggregat.

För att kunna beräkna hur mycket energi det åtgår behövs en beräkningsmodell. Den centrala delen i denna beräkning består i att beräkna uteluftens varaktighet. För detta har följande formel använts:

$$\partial (h) = (h - 4380) \cdot (3,9 - 0,086 \cdot \partial_n) \cdot 0,001 + \tau_n + [(h \cdot (1 + ((8 - \partial_n)/586)))/8300]^{38} - [1550/(700 + h)]^3 + 1,5 \cdot [\partial_n \cdot 1200/(8 \cdot (500 + h))]^2 \cdot \cos [(900 - h)/585]$$

Där:

h = Antal timmar per år

$\partial_n$  = Årets normaltemperatur, °C

(Källa Hallén 1981).

Beräkningsmodellen för ventilationen klarar bland annat av följande.

- Möjlighet att lägga in hel- och halvfartsdrift.
- Möjlighet att lägga in återluftstyrning.
- Korrigera för att elmotors värmestillskott (tilluften).

Beräkningsmodulen beräknar fram följande:

- E0, Uppvärmningsenergi totalt
- E1, Uppvärmningsenergi till värmebatterierna
- E2, Kylenergi till kylbatterierna.
- E3, Värmeåtervinningen
- E4, Värmeåtervinning från återluft
- E5, Värme från fläkt
- E6a, Elenergi till tilluftsfläkt
- E6b, Elenergi till frånluftsfläkt

#### 6.5.2.6 Tryckluft, bearbetning och övrig el

##### Tryckluft

I denna modul ska anläggningens tryckluftssystem matas in. Modulen består i huvudsak av tre delar: kompressorer, lufttorkning samt eventuell kylning/VÅV av kompressorerna. För kompressorerna och kylningens/VÅV bör elanvändningen företrädesvis mätas upp. Men vad gäller lufttorkningen har schablonvärden tagits fram med hjälp av Atlas Copco. Dessa är:

- Kyltorkar, ca 3,7 % av kompressorns årliga energianvändning
- Varmgenererad adsorptionstork, ca 6.0 % av kompressorernas årliga elförbrukning
- Kallgenererad adsorptionstork, ca 11.0 % av kompressorernas årliga elförbrukning

(Källa: Ulf Larsson, Atlas Copco)

### **Bearbetning**

Vad beträffar bearbetning så består dessa moduler av enkla linjära beräkningar i form av effekt multiplicerat med tid. För bearbetning är dessa uppdelade i:

- Svarvning, fräsning, borrar etc
- Formning, hopfogning
- Sönderdelning
- Blandning
- Paketering
- Övrig bearbetning

### **Övrig el**

Denna del är till stora delar uppbyggd i enlighet med STIL2s tidigare inmatningsmodul som tagits fram av bl.a. Ove Borg, ÅF. Denna innehåller kontorsutrustning, kök, tvätt och hissar. Utöver detta har två poster adderats till denna modul, dessa två är internt transporter och elvärme. För internt transporter är funktionen linjär, effekt multiplicerat med tid. Vad gäller elvärme är det emellertid mycket komplicerat att komma åt att mäta samtliga elvärmeposter. Därför har följande förslag till erhållande av årlig klimatrelaterad elvärmearbetsförbrukning tagits fram:

Elvärme, som t.ex. elradiatorer, infravärme etc., är i regel svår att både mäta och schablonisera då den är beroende av termostattemperatur, värmeavgivning från produktionen och om värmarna är lokaliserade nära portar etc. Ett grovt mått går dock att erhålla genom att undersöka uppvärmningsperiodens ungefärliga elförbrukning och subtrahera den med elförbrukningen under icke uppvärmningssäsong. Normalårskorrigeras detta erhålls då el till säsongrelaterad uppvärmning. Detta är ett förhållandevis grovt mått, varför en validering med flera års värden av elförbrukningen bör användas där inga större skiftningar i produktion har förekommit.

### **Definitioner<sup>4</sup>**

#### **Tryckluft**

Process vars ändamål är att framställa luft av högt tryck, industriellt vanligen 8 bar.

---

<sup>4</sup> Definitionerna är delvis baserade på Söderström, M., 1994. ENHETSPROCESSER - Ett sätt att strukturera industrins energianvändning



### Kommentarer

Energibehovet varierar med kompressortyp, och användningssätt men framför allt med underhållsstatus (läckage) i distributionssystemen. I vissa fall finns idag alternativ till tryckluft.

### **Svarvning, fräsning, borrar**

Process vars ändamål är att från råmaterial avlägsna delar. De avlägsnade delarna är inte direkt användbara.

### Kommentarer

Svarvning, fräsning, och borrar sker genom en fysikalisk, är ofta elbaserade och har vanligtvis låg elanvändning.

### **Formning**

Process vars ändamål är att ge form åt en produkt.

### Kommentarer

Formningsprocesserna kan kräva att höga tryck används och ger därmed stora effektbehov. Formning är en fysikalisk process där energitillförseln sker direkt med el eller via tryckluft alternativt hydraulik.

### **Hopfogning**

Process vars ändamål är att foga samman två eller flera delar (halvfabrikat) till en produkt eller nytt halvfabrikat.

### Kommentarer

Hopfogning måste i vissa fall göras med hjälp av tryck och värme. I en sådan process kan då också formen förändras, vi har då en blandprocess mellan formning och hopfogning.

### **Sönderdelning**

Process vars ändamål är att dela råmaterial, material i produktion eller produkter i flera delar.

### Kommentarer

Sönderdelning är en till övervägande del elbaserad fysikalisk process. Energianvändningen i processerna är i de flesta fall låg i förhållande till övriga processer i företaget. Stora installerade effekter i elmotorer förekommer i vissa branscher. Viss sönderdelning sker manuellt.

### **Blandning**

Process vars ändamål är att sammanföra flera ämnen på ett sådant sätt att en homogen, ny produkt uppstår.

### Kommentarer

Blandningsprocesserna är huvudsakligen elbaserade och har i de flesta fall liten elanvändning. Undantag från detta är blandning av gummi och degblandning i bageriindustrin.

### **Paketering**

Process vars ändamål är att innesluta en produkt eller samling av produkter så att denna skyddas från påverkan från omgivningen och/eller blir lättare att hantera.

#### Kommentarer

Paketering genomförs på många olika sätt, från fyllning av tuber och burkar i livsmedelsindustrin till krympfilmning av hela lastpallar i verkstadsindustrin. Därmed har processen mycket varierande energibehov.

### **Övrig bearbetning**

Process vars ändamål ej inryms under den övriga kategorin bearbetning.

#### Kommentarer

Övrig bearbetning kan genomföras på många olika sätt och har därmed mycket varierande energibehov.

## 7 KONSEKVENSPANALYS: ANVÄNDNING AV DATA OCH BELASTNING FÖR INDUSTRI

Under arbetets gång har det varit stort fokus på vilken användning de data som samlas in skall få. I tidigare rapporter har detta tagits upp genom att potentiella användare analyserats. Nedan ges en mer direkt koppling till hur främst Energitjänstedirektivet kan följas upp med hjälp av de data som skall samlas in. Här föreslås även att STIND kan samordnas med Energieffektiviseringschecken, en satsning från Energimyndigheten för att ge incitament för små och medelstora företag att genomföra en energieffektivisering. Vi diskuterar också vilken betydelse data och datainsamlande kan ha för industrin.

### 7.1 Analys av data

Efter varje års studie sammanställs resultaten i en rapport. Rapporten bör bland annat innehålla en fördjupad analys av datamängden med eventuella samband, samt analys av konfidensgrad och felkällor. Det skall också finnas möjlighet att använda materialet, oidentifierat, för analys. Ett användningsområde för detta presenteras nedan. Genom att materialet ger möjlighet till en djupare analys än bara medelvärden för parametrar inom olika branscher, kan bilden nyanseras av vad som är bra energieffektiviseringsåtgärder.

#### 7.1.1 Uppföljning av Energitjänstedirektivet

Näringsdepartementet har genom Energieffektiviseringsutredningen (delrapport SOU 2008:25) utrett hur Sverige skall följa upp EU:s Energitjänstedirektiv.

I Energitjänstedirektivets regler ingår att varje medlemsland ska skicka in NEEAPs (National Energy Efficiency Action Plans). Direktivets mål om en nio procentig effektivisering av energianvändning fram till 2016 får anses vara det första steget i ett omfattande framtida arbete med att effektivisera EUs användning av energi och på så sätt minska utsläppen av växthusgaser. I direktivet står det att EU ska ta fram en modell för utvärdering av de i NEEAPen ingående åtgärderna. Modellen ska vara en kombination mellan ett bottom-up och en top-down approach. I ett av de mest omfattande arbetena inom EU beträffande industriella energiprogram ges förslag på en sådan kombinerad approach vad avser utvärdering av sådana program (AUDIT II). STIND skulle underlätta utvärdering och validering av styrmedel och ger också möjlighet att genomföra ex-ante utvärderingar av potentiella styrmedel. Ett exempel kan vara ett framtida styrmedel mot energieffektiva elmotorer. Genom STIND ges efterhand en siffra på den ungefärliga elförbrukningen för elmotorer i industrin. På detta sätt kan ett framtida styrmedel utvärderas, ex-ante, i sparad kWh per insatt krona. På ett mycket enkelt sätt ges möjlighet att ställa olika typer av styrmedel mot varandra för att undersöka dess kostnadseffektivitet. Idag saknas det underlag för att genomföra sådana ex-ante utvärderingar. Dessutom ger STIND en möjlighet att de facto erhålla siffror på marknadspenetration av olika energitekniker, något som borde vara av både nationellt och internationellt intresse.

## 7.2 Belastning för industrin, incitament för deltagande

STIND kan i viss mening sägas inkräkta på regeringens mål att minska företagens administrativa bördor. Avsikten är dock att undersökningen, i likhet med STIL 2, ska kunna genomföras utifrån frivillighet. Vi bedömer också att arbetet ska kunna läggas upp så att det i stället ses som ett positivt erbjudande av många, särskilt mindre företag, vilka kan se det som en möjlighet att öka kontrollen över den egna energianvändningen. Det bör också påpekas att, även om vissa av de deltagande företagen kommer att se deltagandet som ett extraarbete, blir den sammanlagda bördan för tillverkningsföretagen varje år liten, eftersom det bara maximalt är ca 100 av över 60 000 företag som kommer att undersökas.

Det är möjligt att införa olika former av incitament som kan kompensera för extraarbetet som det innebär att delta i undersökningen. Här följer några förslag på incitament för deltagande. Det är dock en brist att det, ur företagets perspektiv, inte finns en tydlig vinst med att delta och vi föreslår därför att man inom ramen för det första årets pilotstudie skall utveckla möjligheterna för incitament och argumenten för att delta i undersökningen.

Enkla incitament är till exempel

- Att få tillbaka en standardiserad sammanställning av det egna företags energianvändning
- Att få hjälp med att fylla i de årliga energiuppgifterna som levereras till SCB. (SCB:s blankett skall dock skickas in senast den 31 mars och enligt nuvarande planering kommer huvudstudierna att genomföras på hösten, vilket gör att detta inte blir möjligt.)

För de små industriföretagen kan det vara lockande att få en översyn av energianvändningen. En noggrann potentialbedömning kostar tid och pengar och man får då från Energimyndighetens sida se över om man är villig att satsa denna extra resurs.

Ett förslag är att kombinera STIND-undersökningen med Energikartläggningschecken (även kallad Energieffektiviseringschecken). Eftersom en del av arbetet då görs inom STIND kommer företaget att få extra mycket för sin konsultcheck. Energikartläggningschecken planeras att gälla ca 1000 analyser under fem år.

### 7.2.1 PFE-företag

Sverige har sedan 2005 erbjudits svenska elintensiva företag skattereduktion genom deltagande inom PFE, programmet för energieffektivisering i industrin. För att erhålla en sådan skattereduktion ställs bl.a. krav på att genomföra en energikartläggning. För delintensiva företagen som deltar i PFE torde således en STIND-besiktning av vissa utvalda anläggningar inte innebära någon väsentligt ökad arbetsbelastning för företagen. Dessutom har de redan genomfört en sådan energikartläggning. Då besiktningarna kommer att avidentifieras finns heller ingen risk för det enskilda företaget att bli ”uthängt” eller bli föremål för särskild besiktning från Länsstyrelsen. Däremot så finns det inget egentligt syfte för det enskilda företaget att delta i STIND, något som får anses som en brist. Då besiktningarna genomförs

undersökningen kommer emellertid vissa åtgärdsförslag att detekteras även om det inte ligger inom STINDs primära mål, något som kommer de deltagande företagen till del. Detta torde emellertid vara av mindre betydelse för företag inom PFE som redan gjort en energikartläggning.

### 7.3 Nyckeltal – fördelar och faror

Med hjälp av data från STIND kommer det att vara möjligt att ta fram nyckeltal på olika detaljeringsnivå. Detta är Länsstyrelserna mycket intresserade av, eftersom det kan vara till stöd för dem i deras arbete med tillsyn<sup>5</sup>. Från företagens sida finns farhågor om att nyckeltal kan användas som argument mot vissa företag. Inom många branscher skiljer sig tillverkningsföretagen åt vad gäller produkt och produktionsförhållanden, vilket gör att ett nyckeltal som exempelvis energiåtgång/enhet är missvisande.

Med data från STIND som underlag kan nyckeltal skapas. Företagens energi- och miljöarbete kan dock inte bedömas enbart med hjälp av nyckeltal. I stället krävs en individuell analys och genomgång av energianvändningen för att kunna ge ett betyg på detta arbete och komma med förslag till förbättringar.

Det kanske största argumentet emot att genomföra STIND är enskilda variationer mellan företag, även inom samma bransch, som då leder till en skevhet i resultaten. Då kunskapen om denna problematik vad gäller användning av jämförelsetal inom industrin inte är ny torde emellertid inte detta vara ett större problem. Efter att den utvalda branschen studerats kan denna problematik lösas genom att den diskuteras i rapporteringen och vidare genom att ett spann mellan de undersökta företagens jämförelsetal redovisas.

En annan fördel med STIND är att företagen ges möjlighet att genom benchmarking undersöka sin egen energianvändning med andra aktörers. Forskning inom gjuteriindustrin har visat att detta kan utgöra en väsentlig drivkraft för energieffektivisering i industrin. Framtagandet av sådana branschvisa jämförelsetal har således önskats av industrin själva.

---

<sup>5</sup> Här bör dock påpekas att data från STIND är avidentifierad och, bortsett från de resultat som kommer att redovisas i offentlig rapport, kommer det att krävas skriftlig begäran och prövning för att få tillgång till den,

## 8 ÅRSPLANERING

Detta kapitel innehåller en övergripande projektplanering för det långsiktiga genomförandet av STIND. Projektplanering och budgetbedömning bör dock uppdateras löpande, efter varje genomfört projektsteg, för att tillvarata gjorda erfarenheter och därmed gradvis öka noggrannhet och kvalitet.

Som framgår av kapitel 4 föreslås STIND genomföras under en sexårscykel, med industrins branscher grupperade i sex årsgrupper. Årsgrupperna skiljer sig betydligt åt i hur energiintensiva branscher som studeras, hur många företag som ingår och graden av homogenitet mellan företagen i gruppen. Detta innebär både att projektets planering och genomförande behöver anpassas efter varje årsgrupp och att projektbudgeten kommer att variera mellan åren.

För varje årsgrupp kommer projektet att omfatta en *urvalsprocess*, en pilotstudie (Pilot År 1, Pilot År 2, etc) och en huvudstudie (Huvudstudie År 1, Huvudstudie År 2, etc). *Pilotstudien* kommer att vara särskilt viktig under STIND-projektets första år, eftersom den då ska ge underlag både för att fastställa generella kriterier för besiktningarna och för den branschvisa anpassningen av besiktningametodiken (se även avsnitt 4.3). Inom *huvudstudien* genomförs standardiserade besiktningar av samtliga företag inom årsgruppens urval. Huvudstudierna kommer att ha samma syfte och inriktning under samtliga sex år, men varierar i omfattning beroende av branschens specifika karakteristika.

Under STIND-projektets första år kommer det dessutom att krävas vissa mer generella förberedande insatser. Dessa insatser omfattar bland annat slutlig utarbetning av principer och kriterier för urvalsprocessen samt utformning av lämpliga incitament och informationsmaterial riktade mot deltagande företag. Dessa delar kommer att genomföras parallellt med första årets pilotstudie, men ställer särskilda krav på direkta insatser från Energimyndigheten för att nå resultat).

### 8.1 Tidplan

STIND-projektets övergripande tidplan följer i stora drag samma upplägg som STIL-studien. Under första året kommer Pilotstudien att påbörjas hösten före undersökningsåret (2010). Anledningen är att utfallet av Pilotstudien detta första år är mer osäkert och skulle kunna visa på ett utökat behov av kompletteringar. Vi bedömer därför att det är klokt att lägga upp planeringen så att det finns mer ”luft” för huvudstudien. Under våren 2010 krävs till exempel insatser för att en fungerande organisation ska komma på plats. Avsikten är också att påbörja de första stegen i huvudstudien, som till exempel projektledningens kontakter med deltagande företag, under våren 2010. Huvudstudiens besiktningar ska dock genomföras under hösten 2010 (sept – nov). Sammanställning av rapport beräknas ske under perioden december 2010 – februari 2011.

Avsikten är sedan att pilotstudierna under År 2 till och med År 6 (och följande sexårscykler) genomförs under våren aktuellt undersökningsår (januari – maj) och huvudstudien sedan under hösten (september – december) aktuellt undersökningsår samt att slutrapporten sedan färdigställs i början av

efterföljande år. Från och med År 2 räknar vi med att fasta rutiner för urvalsprocessen har etablerats och att denna genomförs parallellt med pilotstudien.

Tabell 8.1 Principiell tidplan för STIND-projektet. Första sexårscykeln kommer alltså att avslutas i januari/februari år 2016.

	2009	2010		2011		2012		2013
	sept-dec	jan-maj	sept-dec	jan-maj	sept-dec	jan-maj	sept-dec	jan-maj
År 1								
Urvalsprocess		■						
Pilotstudie	■							
Huvudstudie		■	■	■				
År 2								
Urvalsprocess				■				
Pilotstudie				■				
Huvudstudie					■	■		
År 3 (o s v)								
Urvalsprocess						■		
Pilotstudie						■		
Huvudstudie							■	■

## 8.2 Resursbehov

Den översiktliga projektplaneringen och budgeten baseras på Energimyndighetens ambitionsnivå för STIND-projektet. Denna innebär att man genom STIND-studien vill förbättra kunskapen om industrins energianvändning och använda data för uppföljning av olika typer av åtgärder (forskningsinsatser, styrmedel etc), styrmedelsanalys och prognoser för industrins energianvändning. För att uppnå detta menar man att det är nödvändigt att lägga ett visst fokus på stora energianvändare, för att fånga in en stor del av den totala energianvändningen. Samtidigt vill man att studien ska ge en bild av mångfalden och skillnaderna inom industrisektorn. För att uppnå detta har man gjort bedömningen att det kommer att behövas i *storleksordningen* ett hundratal besiktningar per årsgrupp och att fördelningen av besiktningar ska viktas så att energiintensiva företag väljs med större sannolikhet än mindre energiintensiva.

De olika årsgrupperna skiljer sig åt i totalt antal arbetsställen och förväntad komplexitet kopplad till företagets energiintensitet och typ av process. Antal besiktningar och budget kommer därför att variera mellan åren. De sex olika årsgrupperna kan karakteriseras på följande sätt:

**Årsgrupp 1** Glasprodukter, eldfasta produkter, keramiska produkter, tillverkning av cement samt bearbetning och tillverkning av varor av gips och sten.

Denna årsgrupp innehåller totalt sett relativt få arbetsställen och även om vissa SNI-grupper (framförallt cementindustrin) är relativt energiintensiva, bedöms komplexiteten i process och anläggningar vara måttlig.

Genomsnittligt antal timmar per besiktning är därför relativt lågt. Huvudstudien blir därför mindre omfattande och det är en bra årsgrupp att börja med.

**Årsgrupp 2** Massa- och papperstillverkning, träindustri samt tillverkning av pappersprodukter

Gruppen innehåller en mindre grupp arbetsställen (massa- och pappersindustrin) med mycket hög energiintensitet och komplexitet, energiintensiv industri med relativt låg komplexitet (sågning och hyvling av trä) och ej energiintensiv industri (tillverkning av pappersprodukter).

Detta år innebär ett ganska högt genomsnittligt antal timmar per besiktning. Huvudstudien blir därför stor.

**Årsgrupp 3** Petroleumraffinering, baskemikalier och tillverkning av läkemedel, gummi- och plastvaror

Denna årsgrupp liknar föregående årsgrupp, men med en större andel ej energiintensiv industri. Vi

**Årsgrupp 4** Livsmedels- och dryckesindustri

Denna årsgrupp är relativt homogen med medelnivå på energiintensitet och komplexitet och totalt ungefär lika många arbetsställen som År 2 och 3.

**Årsgrupp 5** Framställning av järn och stål, tillverkning av stålrör m m samt andra metaller och gjutning, samt gruvindustrin.

Denna årsgrupp innehåller få arbetsställen, men är till största del mycket energiintensiv och relativt komplex.

**Årsgrupp 6** Verkstadsindustrin – metallvaror, datorer, elektronik, elapparatur, maskiner, motorfordon och övriga transportmedel.

Årsgruppen innehåller många arbetsställen med låg energiintensitet. Majoriteten av dem bedöms också vara relativt små och mindre komplexa, men undantag finns. I genomsnitt bedöms antal timmar per besiktning vara relativt lågt.

I underlaget till Tabell 8.2, nedan, har tre nivåer använts för att uppskatta genomsnittligt tidsbehov för att genomföra en besiktning. Dessa nivåer är relaterade till den indelning i typindustrier (Typ I, energiintensiva branscher; Typ II, processindustri och Typ II, verkstadsindustri och övriga), som användes



för indelningen i årsgrupper under Etapp 1. De överensstämmer dock inte direkt, eftersom tidbehovet även påverkas av anläggningens storlek och tillgängligheten till energidata. Besiktningstiden nedan avser den totala tiden för besiktningsmännen, inklusive för- och efterarbete, dock inte projektledningskansliets insatser för bokning etc eller kontroll av huvudbesiktningsmän.

- Nivå 1: Framförallt företag av Typ I, samt andra stora energianvändare med mer komplexa anläggningar. Även arbetsställen med låg energintensitet kan höra hit om det är stora industrianläggningar (som t ex Volvo eller motsvarande).

Bedömd genomsnittlig besiktningstid: 36 timmar

- Nivå 2: Processindustrier av enklare slag med mindre komplexa anläggningar (Typ II) och medelstora industrier i övrigt. Även Typ I-industrier kan dock ingå här, eftersom dessa ofta har väl utvecklade rapporteringssystem för och förhållandevis god kunskap om sin energianvändning.

Bedömd genomsnittlig besiktningstid: 26 timmar

- Nivå 3: Mindre industrier, som i allmänhet ingår i branscher av Typ III och där en stor andel av energianvändningen ofta är knuten till stöd-system.

Bedömd genomsnittlig besiktningstid: 18 timmar

Tabell 8.2 innehåller en preliminär uppskattning av resursbehovet för varje enskilt år. Resursbehovet har baserats på uppskattningar av antal besiktningar varje år och av hur dessa fördelas mellan olika nivåer ovan. Två nivåer för antal besiktningar har använts, dels Energimyndighetens uppskattning enligt räkneexempel 2 i Bilaga B och dels en lägre nivå, motsvarande ungefär 60 % av antalet besiktningar i den högre nivån.

För att uppskattningen av resursbehov ovan ska vara jämförbar mellan årsgrupperna har samma indelning mellan pilot- och huvudstudie använts för samtliga år. I verkligheten kan planeringen av vissa moment (som till exempel utbildning av besiktningsmän) variera mellan åren. I Tabell 8.2 ingår alltså i pilotstudien:

- Projektledning och förarbete, bland annat komplettering av STIND-modellen med branschspecifika delar.
- Planering och genomförande av Pilotbesiktningar.
- Vidareutveckling av besiktningsmetodik för varje årsgrupp.

I huvudstudien ingår:

- Projektledningskansli, inklusive urvalsprocess, förberedande kontakter med deltagande arbetsställen, tidbokning samt analys av resultat och rapportskrivning.
- Utbildning av besiktningsmän.

- Besiktningar av arbetsställen.
- Kontrollbesiktningar och övrig kvalitetssäkring.

I uppskattningen av resursbehov i Tabell 8.2 ingår dock inte interna resursbehov inom Energimyndigheten och kostnader för att låta SCB (eller annan statistikansvarig) genomföra urvalet. Reskostnader tillkommer också.

Tabell 8.2 Preliminär uppskattning av resursbehovet för STIND-studien År1 till År 6. Behovet beror både på antal besiktningar och på typ av industri, d.v.s. det genomsnittliga tidsbehovet för varje enskild besiktning. Det genomsnittliga tidsbehovet är baserat på en uppskattning av branschens struktur med avseende på hur komplexa företagen är ur energihänseende, samt en uppskattning av besiktningens behov hos företag av typ I, II och III.

	Totalt antal företag	Antal besiktningar (uppskattning)		Timmar/ besiktning (genomsnitt) <sup>2</sup>	Pilotstudie [timmar]	Huvudstudie [timmar]	
		Låg	Hög <sup>1</sup>			Låg	Hög
År 1 (2009 – 2010)	282	50	83	22	860	2 400	3 200
År 2 (2011)	880	80	134	26	680	3 400	5 000
År 3 (2012)	707	76	127	25	640	3 200	4 700
År 4 (2013)	757	53	88	26	550	2 600	3 700
År 5 (2014)	196	55	92	27	640	2 700	3 900
År 6 (2015)	3646	87	145	21	625	3 200	4 600

<sup>1</sup> Den högre nivån baseras på Energimyndighetens räkneexempel i Bilaga B (Exempel 2)

<sup>2</sup> Preliminär uppskattning. Nivån beror på hur urvalet viktas för energiintensitet inom respektive årsgrupp.

När den här rapporten skrivs har vi inga kompletta data för populationen inom respektive årsgrupp. Data i Tabell 4.1 och i Energimyndighetens räkneexempel avser företag och inte arbetsställen och skiljer sig dessutom åt. Bedömningen av antal arbetsställen (och genomsnittlig besiktningstid) är därför än så länge baserad på Energimyndighetens preliminära räkneexempel och inte på faktisk urvalsnivå. Avsikten är dock att uppskattningen ovan ska bidra med underlag för att göra en uppdatering, där hänsyn tas till årsgruppernas varierande komplexitet och där underlaget utgörs av data över antal arbetsställen (efter utrensning av sådana utan omsättning och/eller energianvändning).

Utifrån de data vi har tillgång avseende antal objekt och vilken energiintensitetskvot som använts av Energimyndigheten samt kvalitativ kunskap gör vi en försiktig bedömning att det slutliga resursbehovet kommer att ligga nära

den högre nivån i Tabell 8.2 för År 2, 3, 4 och 6 medan den förmodligen kommer att vara lägre för År 1 och någonstans mittemellan de två nivåerna för År 5 (och 3).

## Appendix A: Utvärdering av elmotormätningar vid fem anläggningar<sup>6</sup>

### Introduktion

Att mäta elanvändningen till motordrifter innebär mätning på väldigt många objekt och är i praktiken en orealistisk åtgärd inom STIND-projektet. Det ligger nära till hands att istället utgå från motorernas märkeffekt och drifttid för att få en uppskattning av elanvändning. Men eftersom få motorer körs vid en last motsvarande märkeffekten skulle en beräkning enligt ovan överskatta elanvändningen.

För att få en uppfattning om hur stor avvikelsen kan vara, och om det finns någon ”universell” korrektionsfaktor, har WSP och ÅF under sommaren 2009 genomfört motorinventeringar och mätningar vid fem olika industrier. För varje motor har man i möjligaste mån fastställt:

- märkeffekt
- aktiv effekt (momentanmätning)
- effektfaktor,  $\cos \varphi$
- drifttid

### Data

Totalt omfattar studierna 198 objekt varav 138 har valts ut för analys. (Objekt som bortfallit saknar data för märkeffekt eller uppmätt aktiv effekt.) Av dessa 138 objekt har även för 105 mätts effektfaktor ( $\cos \varphi$ ).

Vi har klassat materialet med hjälp av fyra variabler; industrityp, typ av motordrift, motorstorlek samt drifttid.

### Industrityper

Företagen representerar olika branscher och storlek. Av företagen hör två stycken till livsmedelsbranschen (L), två stycken tillhör verkstadssektorn (V) och ett företag representerar sektorn massa- och papperstillverkning (M). Två av företagen tillhör gruppen små och medelstora företag (mindre än 250 anställda).

Enbart branschtillhörighet har ingått i den statistiska analysen.

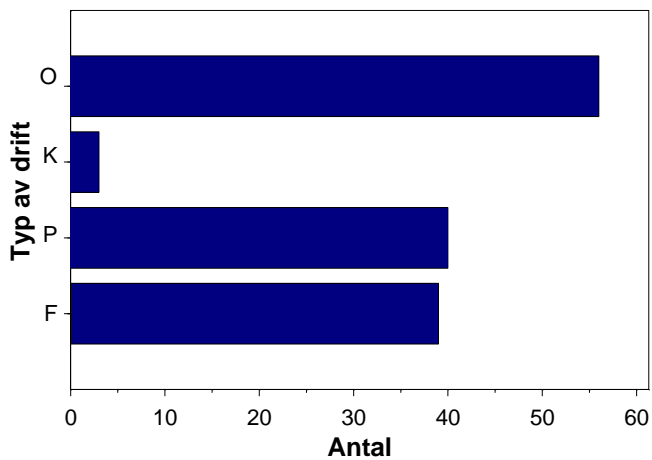
### Typ av motordrift

Vi har definierat 4 olika typer av motordrifter: fläktar (F), pumpar (P), kompressorer (K) och övrigt (O). Kompressorer kan vara både kyl- och tryckluftskompressorer. I gruppen övrigt innefattas till exempel omrörare, skärande och slipande metallbearbetning, transportörer och silar.

Antalet kompressorer som ingår i materialet är få (3 st.), men antalet fläktar och pumpar är ungefär lika många, se figur A.1 och tabell A.1.

---

<sup>6</sup> Ett tack till Niklas Wagman Energimyndigheten för synpunkter.



Figur A.1: Antal motordrifter av olika typer som ingår i datamaterialet.

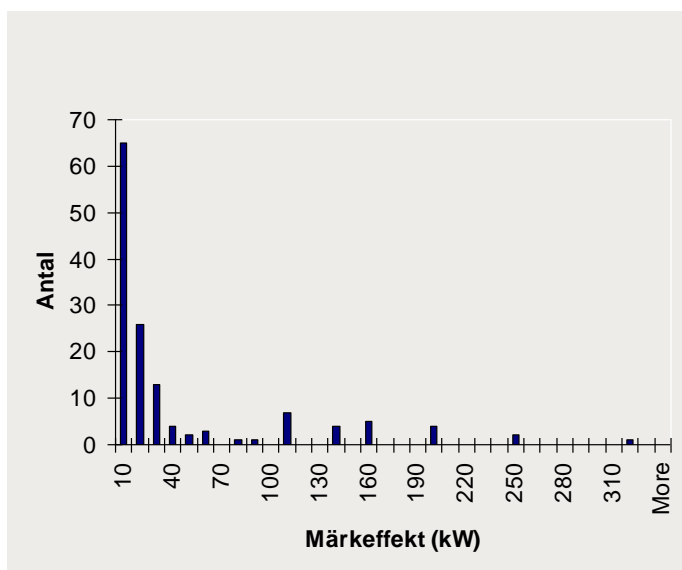
Tabell A.1: Korstabulering av antalet objekt uppdelat på variablerna industrityp och motordrift.

	Fläktar	Kompressorer	Övrigt	Pumpar	Totalt
Livsmedel	25	1	29	41	96
Massa- o. papper	0	1	10	14	25
Verkstad	14	1	1	1	17
Totalt	39	3	40	56	138

Ur tabell A.1 syns att fördelningen är skev och gör att resultaten av en statistik analys blir osäkra. Som en första åtgärd kan man låta kompressorer ingå i kategorin övrigt och minska antalet typer av motordrifter till tre.

### Motorstorlek

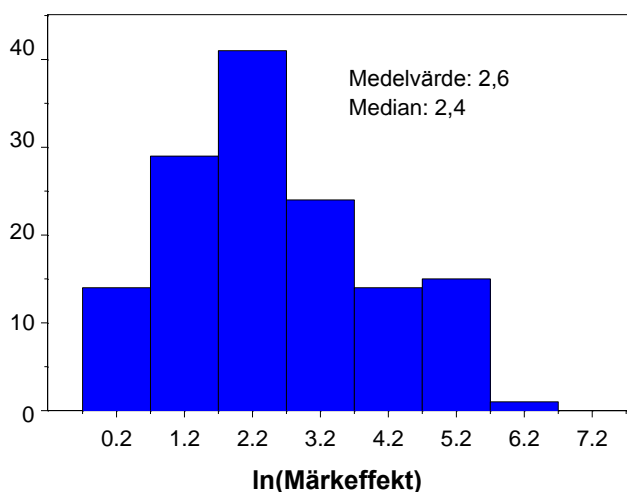
Märkeffekten för de motorer som ingår i materialet varierar mellan 0,75 och 315 kW, se frekvensdiagram figur A.2.



**Figure A.2: Frekvensdiagram över installerad motoreffekt (märkeffekt).**

Fördelningen är långt ifrån normalfördelad, utan snarare log-normalfördelad. (Figur A.3 visar fördelningen av  $\ln(\text{Märkeffekt})$  och den är ungefärligt normalfördelad.) När vi har definierat 3 olika storleksklasser för motorer ("small", "medium" och "large") har därför indelningen gjorts med en logaritmisk skala.

I storleksklassen "small" hamnar motorer med märkeffekt mindre än 5,5 kW (21 st). I "medium" hamnar motorer mellan 5,5 och 40 kW (87 st) och i "large" hamnar motorer med märkeffekt större än 40 kW (30 st).



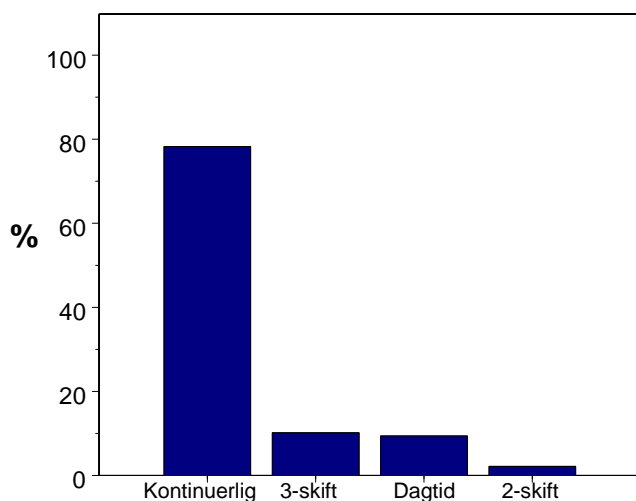
**Figur A.3: Frekvensdiagram över  $\ln(\text{Märkeffekt})$ .**

### Drifttid

Drifttiden är angiven som drifttimmar per vecka. Vi har gjort en indelning som grovt motsvarar

- dagtid
- 2-skift
- 3-skift (5 dagar i veckan)
- kontinuerlig drift (alla dagar i veckan)

Som framgår av figur A.4 dominerar motordrifter som går kontinuerligt alla veckans dagar. Det bör dock påpekas att vi i de fall där uppgift om drifttid saknas i underlaget har antagit kontinuerlig drift. Antalet observationer med kontinuerlig drift kan därför vara överskattat.



**Procentuell fördelning av motorernas drifttid**

**Figur A.4: Drifttiden för motorerna uppdelade på 4 klasser.**

Drifttiden är förstås starkt kopplad till typ av industri. Det är en stor skillnad på en mindre verkstadsindustri och en processindustri. Detta syns i tabell A.2.

**Tabell A.2: Korstabulering av antalet objekt uppdelat på variablerna industrityp och drifttid.**

	Dagtid	2-skift	3-skift	kont.	Totalt
Livsmedel	3	3	9	81	96
Massa- o. papper	0	0	0	25	25
Verkstad	10	1	4	2	17
Totalt	13	4	13	108	138

## Utvärdering

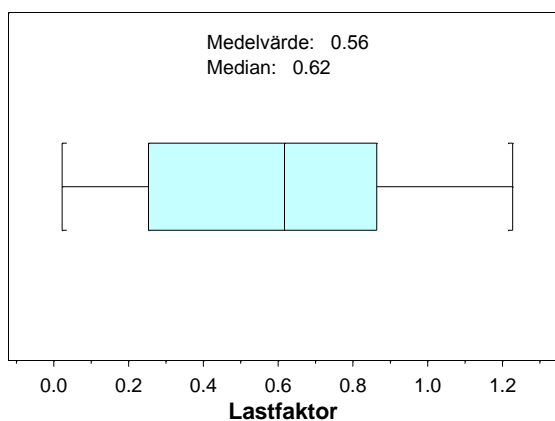
Kvoten  $\frac{\text{uppmätt aktiv effekt}}{\text{märkeffekt}}$  kallar vi lastfaktor och detta är den faktor som multiplicerad med

märkeffekten ger använd effekt. I tabell A.3 visas sammanfattande statistik för den beräknade lastfaktorn.

**Tabell A.3: Sammanfattande statistik för lastfaktor**

<i>Lastfaktor</i>	
Medelvärde	0,56
Medelfel (SE)	0,03
Median	0,62
Typvärde (Mode)	0,88
Standardavvikelse	0,32
Minimum	0,02
Maximum	1,23
Undre kvartil	0,25
Övre kvartil	0,86

Som framgår av tabellen är spridningen i data stor och något typiskt värde på lastfaktorn verkar det inte finnas. Undre kvartilen<sup>7</sup> är så låg som 0,25 medan övre kvartil<sup>8</sup> är 0,86. Detta visas i figur A.5 där boxen utgörs av intervallet mellan undre och övre kvartil och där medianen är markerad. Linjerna utanför boxen visar spridningen.



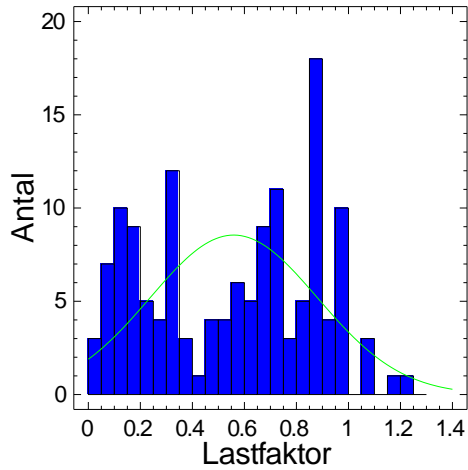
**Figur A.5: Boxplot för lastfaktor.**

Att fördelning långtifrån är normalfördelad syns i frekvensdiagrammet, figur A.6. (Normalfördelningen visas som en linje i figuren.)

<sup>7</sup> 25 % av observationerna underskrider värdet för undre kvartil

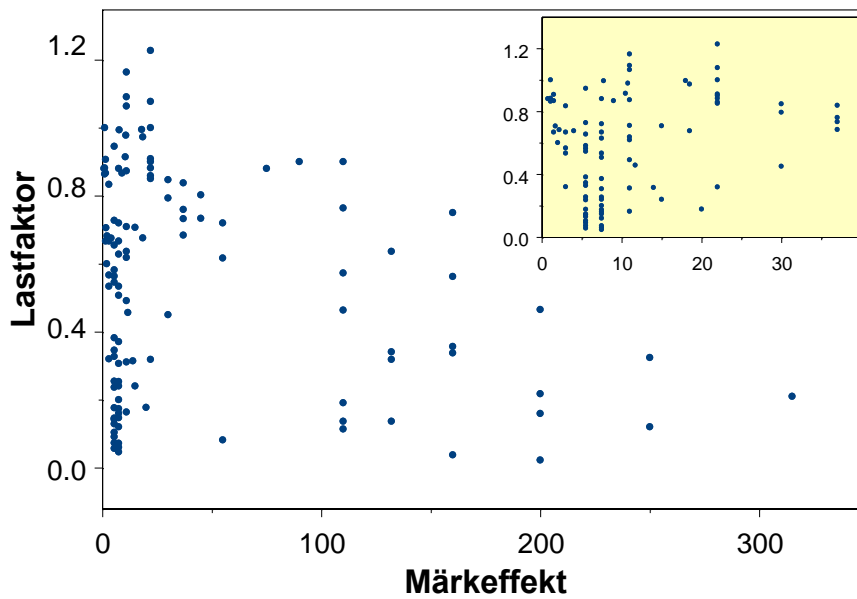
<sup>8</sup> 25 % av observationerna överskrider värdet för övre kvartil



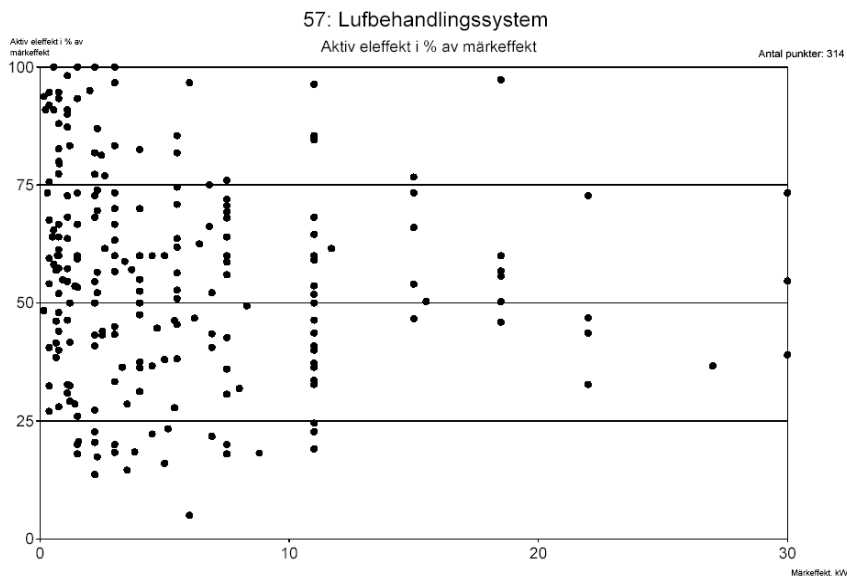


**Figur A6: Frekvensdiagram för beräknad lastfaktor**

Den stora spridningen i värden för lastfaktorn har visst stöd i andra undersökningar, bland annat av en undersökning från Sweco Theorells avseende luftbehandlingssystem, jämför figur A.7 och A.8.



**Figur A.7: Lastfaktor mot märkeffekt för det aktuella datamaterialet.**



Figur A.8: Lastfaktor mot märkeffekt för luftbehandlingssystem (Sweco Thorells)

Frågan är om det går att hitta någon signifikant skillnad i lastfaktor beroende på någon eller några av variablerna industrityp, motorstorlek, motordrift och drifttid.

### Variansanalys

Med en variansanalys ("Analysis of variance" – ANOVA) kan man undersöka skillnader mellan olika grupper. Tabell A.4 visar resultatet av en flervägs ANOVA-analys där faktorerna är "typ av motordrift", drifttid, industrityp och motorstorlek.

Tabell A.4: Flervägs ANOVA för "last" med 4 faktorer (typ I kvadratsummor)

Huvudeffekter	kvadratsumma	frihetsgrader	medelkvadratsumma	F-värde	Signifikansnivå
A: typ av motordrift	2,368	2	1,184	17,35	0,000
B: drifttid	2,620	3	0,874	12,80	0,000
C: industrityp	0,313	2	0,157	2,30	0,1047
D: motorstorlek	0,166	2	0,083	1,21	0,3003
Residual	8,733	128	0,068		
Total	14,199	137			

Hur skall vi tolka resultatet från tabell A.4? Den totala kvadratsumman är summan

$$\text{Total} = \sum(x - x_{\text{medel}})^2$$

där  $x_{\text{medel}}$  är medelvärdet av alla observationer. Den är alltså ett mått på "felet" som blir om vi använder samma medelvärde för alla typer av motordrifter, motorstorlekar, osv.

I vår modell ovan har vi inkluderat fyra faktorer (A – D) som minskar residualkvadratsumman (felkvadratsumman) till 8,7. Hade våra fyra faktorer perfekt förklarat variationen hade

residualkvadratsumman minskat till noll. Enligt tabell A.4 är två av våra faktorer signifikanta, ”typ av motordrift” och drifttid, men faktorerna förklarar bara en mindre del av spridningen.

Tidigare, i samband med tabell A.2, hävdades att drifttid var sammanblandad med typ av industri. Dessutom påpekades att indata, avseende kontinuerlig drift, delvis var antagen. Därför kan det rimligt att pröva om drifttid kan ersättas av industrityp i analysen.

Om enbart faktorerna ”typ av motordrift” och industrityp inkluderas i analysen erhålls resultat enligt tabell A.5.

**Tabell A.5: Flervägs ANOVA för ”last” med 2 faktorer (typ I kvadratsummor)**

Huvudeffekter	kvadrat-summa	frihetsgrader	medel-kvadratsumma	F-värde	Signifikansnivå
A: typ av motordrift	2,368	2	1,184	14,49	0,000
B: industrityp	0,967	2	0,483	5,92	0,004
Residual	10,865	133	0,082		
Total	14,199	137			

Residualen har ökat men båda faktorerna, typ av motordrift och industrityp, är signifikanta. (Vilket alltså industrityp inte var då även drifttid inkluderades i analysen.)

Resultaten förutsätter att båda faktorerna inkluderas i modellen. (En fläkt i en livsmedelsindustri skulle kunna ha en genomsnittlig lastfaktor som är skild från medelvärdet för en fläkt i en verkstadsindustri.) Men eftersom antalet observationerna inte är jämnt spridda mellan industrityper och motordrifter (se tabell A.2) så är det inte meningsfullt att inkludera båda faktorerna baserat på dataunderlaget från denna studie. Istället får man bestämma sig om man vill ta hänsyn till typ av industri eller typ av motordrift (inte båda samtidigt). Tabell A.6 till A.9 visar resultaten av dessa analyser.

För typ av motordrift gäller att genomsnittlig lastfaktor för fläktar och pumpar är ungefär lika (0,7) medan övrig drift (t.ex. omrörare, kompressorer, skärande och slipande metallbearbetning, transportörer och silar) har en betydligt lägre lastfaktor (0,4).

För kategorin industrityp gäller att genomsnittlig lastfaktor är högst för verkstadsindustrin (0,8), näst högst för livsmedelsindustrin (0,6) och lägst för massa- och pappersindustrin (0,4). Fördelningen är här dock så skev att någon statistisk signifikant skillnad i lastfaktor mellan verkstads- och livsmedelsindustri<sup>9</sup> inte går att fastställa. Det är däremot en statistisk signifikant skillnad mellan verkstads-/livsmedelsindustri och massa- och pappersindustrin.

<sup>9</sup> Använt eftertest: Scheffé

**Tabell A.6: Envägs ANOVA för "last" med typ av motordrift som faktor**

	kvadrat- summa	frihetsgrader	medel- kvadratsumma	F-värde	Signifikansnivå
typ av motordrift	2,368	2	1,184	13,51	0,0000
Residual	11,832	135	0,088		
Total	14,199	137			

**Tabell A.7: Medelvärde av "last" för olika typer av motordrifter**

Nivå	Antal	Medelvärde	95 % konfidensintervall för medelvärde	
A: typ av motordrift				
Fläkt	39	0,68	0,58	0,77
Pump	40	0,67	0,57	0,76
Övrigt	59	0,41	0,33	0,48
<i>Total</i>	<i>138</i>	<i>0,56</i>	<i>0,51</i>	<i>0,61</i>

**Tabell A.8: Envägs ANOVA för "last" med industrityp som faktor**

	kvadrat- summa	frihetsgrader	medel- kvadratsumma	F-värde	Signifikansnivå
industrityp	1,621	2	0,811	8,70	0,0003
Residual	12,578	135	0,093		
Total	14,199	137			

**Tabell A.9: Medelvärde av "last" för olika typer av industrier**

Nivå	Antal	Medelvärde	95 % konfidensintervall för medelvärde	
A: typ av industri				
Verkstad	17	0,75	0,61	0,90
Livsmedel	96	0,58	0,51	0,64
Massa- och papper	25	0,36	0,24	0,48
<i>Total</i>	<i>138</i>	<i>0,56</i>	<i>0,51</i>	<i>0,61</i>

## Slutsats

Datamaterialet är för litet och spridningen för stor för att man skall kunna dra några säkra slutsatser. Det man kan säga är det bör vara bättre att använda en lastfaktor på ca 0,6 än något annat godtyckligt värde om modellen utgående från märkeffekt skall tillämpas för att uppskatta energianvändning för motordrifter. Vidare finns en statistisk signifikant skillnad i lastfaktor mellan fläktar/pumpar och övriga typer av motordrifter.

## Appendix B Räkneexempel: Stickprov och urval

Niklas Wagman, *Energimyndigheten*

Förutsättningarna för undersökningen är att en stor del av energianvändningen skall täckas, samt att undersökningen skall ge en helhetsbild av energianvändningen inom industrisektorn.

Därtill anses energiintensiva energianvändare, dvs. energianvändare där  $\frac{\text{energianvändning}}{\text{förädlingsvärde}}$  är högt, vara av intresse.

För att förena dessa önskemål, vilket kan uttryckas som att *välja tätt bland stora och glest bland små objekt*, används ett pareto -  $\pi$ ps-urval där urvalssannolikheten är proportionell mot en given storlek. Storleksmättet ( $s$ ) som används är energiintensitet  $\frac{\text{energianvändning}}{\text{förädlingsvärde}}$ .

Vid användandet av  $\pi$ ps-urval kan enskilda objekt få en sannolikhet större än 1, vilket sannolikheter inte kan vara. Huruvida detta inträffar beror dels på den förväntade urvalsstorleken, dels på hur det största  $s$ -värdet förhåller sig till resten av  $s$ -värdena. För att undvika sannolikheter som överstiger 1, kontrolleras att villkor  $n \leq \frac{\sum_{j=1}^N s_j}{s_{\max}}$  är uppfyllt. Om inte, läggs de objekt med de största storleksmått till ett ”välj-säkert-stratum”, vartefter en ny kontroll av villkoret sker. Detta förfarande itereras tills dess att villkoret är uppfyllt.

Antalet önskade objekt,  $n$ , i urvalet är alltså det som styr relationen mellan  $s_{\max}$  och  $\sum_{j=1}^N s_j$

Ramen inhämtas på nytt varje år, då urvalet görs för respektive undersökningsår. För att undvika att ett och samma arbetsställe finns med i urvalsramen för flera år, vilket framförallt kan ske på grund av eventuell omkodning av SNI-kod, bör en av de inledande kontrollfrågorna innan undersökning vara huruvida de har deltagit tidigare och information om ny och gammal kod.

För att säkerställa att antalet undersökta arbetsställen per bransch (grupper enligt förslag) ej understiger fem till antalet, bör tilläggsurval göras för de branscher där antalet arbetsställen efter urval (dvs. säkra + urval) är färre än fem. Detta tilläggsurval sker på samma sätt med samma urvalsvariabel (kvot), inom respektive bransch och bland de arbetsställen som ej blivit valda.

Urvalet bör dimensioneras med avseende på visst bortfall, för att minimera arbetet med tilläggsurval. Behovet av tilläggsurval kan dock med avseende på ett minsta antal objekt per grupp ej totalt uteslutas

Följaktligen bör urvalet nummereras, så att objekt med nummer 1-100 bearbetas först och övriga objekt blir aktuella i nummerordning vid eventuellt bortfall.

Då energiintensitet enbart går att beräkna på företagsnivå, behöver urvalsförfarandet ske i flera steg. De exakta riktlinjerna för detta behöver arbetas igenom närmare, men en modell är att det första urvalet sker på företagsnivå. Därefter granskas varje företag med fler arbetsställen, där enbart arbetsställen inom industrin beaktas. I detta steg bör kriterier för hur urvalet mellan olika arbetsställen ska gå till. En tumregel skulle kunna vara att det största (sett ur energisynpunkt) arbetsstället väljs, med tillägg att om ett visst antal jämstora arbetsställen bedöms stå för exempelvis mer än 70% av energianvändningen så skall samtliga dessa komma med i urvalet. Detta för att förhindra ett "bortfall" av betydande arbetsställen i energisynpunkt inom samma företag.

### Räkneexempel:

Observera att räkneexemplet är baserat på företag och att datasetet inte överensstämmer med FDB vilket gör att direkta jämförelser inte låter sig göras.

Indata är kodad enligt SNI2002 vilket medför att vissa företag kan hamna i "fel" bransch, då en enkel översättning mellan SNI2002 och SNI2007 saknas. Antal företag i det dataset som användes var 5612. Efter rensning av företag med 0 omsättning och/eller energianvändning återstod 4335. Därefter rensades sådana SNI-grupper som ej avses att undersökas, varmed antalet kvarvarande företag uppgick till 3772. Gruvor ingår i järn och stål.

Tabell 1. Total antal företag och användning per undersökningsår.

			Andel av total användning	Total antal Företag	Andel av total antal Företag
År	1	5544803	5%	124	3%
	2	59478488	54%	451	12%
	3	11768584	11%	378	10%
	4	3135698	3%	343	9%
	5	25825689	24%	166	4%
	6	3782065	4%	2310	61%
Total		109535326	100%	3772	100%

Det framgår att en liten andel av företagen står för en stor del av energianvändningen, främst inom år 2 och 5, medan det stora antalet företag inom år 6 står för en mycket liten del av den totala energianvändningen.

Hur stor del av den totala energianvändningen som fångas in beror inte i någon större utsträckning på en eventuell avgränsning i energianvändning. Skillnaden mellan en begränsning till företag med en energianvändning större än 5 GWh och till företag med en energianvändning större än 1 GWh är inte särskilt stor, i synnerhet med hänsyn tagen till att skillnaden i antalet företag är stor. Dessutom kan noteras att ett urvalskriterium baserat på både kvot (energianvändning/förädlingsvärde) och användning skulle medföra att mindre företag med en hög kvot gallras bort. Det har också visat sig att företag med t.ex. en kvot  $>0,3$  i stor utsträckning är stora energianvändare, medan företag som är stora energianvändare inte i samma utsträckning har en kvot  $>0,3$ .

Genom att titta på fördelningen av företagen baserat på kvoten användning/förädlingsvärde (d.v.s. energiintensitet istället för stora energianvändare) kan man konstatera att en stor andel av företagen har en låg kvot, och endast en mindre andel av företagen har en högre kvot (hög intensitet).

#### Exempel 1:

Analyser av datasetet visade på en brytpunkt vid 0,3. Om samtliga företag  $>0,3$  undersöks fångas 90% av den totala energianvändningen upp, därtill tillkommer ett urval av de företag  $<0,3$ . Andelen företag som undersöks år 2 är betydligt större än övriga år, detta kan dock motiveras med att företag inom år 2 står för den största andelen energianvändningen.

Genom att använda kvoten 0,3 ges ett maximalt urval på 487 företag, samt att 292 företag undersöks då de klassificerats som "säkert-urval", blir det maximalt antalet undersökta företag 779 för hela materialet. Att fastställa ett värde på storleksmålet är dock inte det gängse förfarandet, utan enbart för att visa på hur det utfaller

#### Exempel 2:

Om man vill uppnå ungefär lika många företag per år, vilket ur praktisk synvinkel kan vara önskvärt, krävs ett urvalsförfarande per år, se exemplet i tabell 3. Då undersöks de mest energiintensiva per bransch, istället för de mest energiintensiva inom industrin som helhet.

Tabell 3. Exempel på urvalsstorlek

År	säkra	$n=0,8 \cdot S_i / \sum S_j$	Urval +säkra	Totalt antal företag	säkra kvot gräns	säkra % av forb
		Urval				
1	58	25	83	124	0,05	98%
2	78	56	134	451	1	89%
3	65	62	127	378	0,1	94%
4	29	59	88	343	0,3	36%
5	60	32	92	166	0,1	99%
6	12	133	145	2310	0,5	3%
tot	302	367	669	3772		88%

En korrigering har skett för att undvika sannolikheter mycket nära 1, vilka är otympliga i ett urvalsförfarande. Under "Urval" återfinns maximal storlek på urvalet, med ett maximalt stort urval skulle totalt 669 företag undersökas (302+367). Maximal urvalsstorlek med denna korrigering är cirka 100 för år 1, 4 samt 5, medan det kan ske ett större urval år 2,3 samt 6. Andelen av den totala energianvändning som fångas upp av de säkra företagen uppgår till 88 %, därtill tillkommer energianvändning från urvalet av företag inom varje bransch som har en kvot under den respektive kvot.

I tabell 4 redovisas fördelningen av antalet företag per bransch som hamnade i "välj-säkert" enligt exempel 2. Dessutom redovisas det totala antalet företag per bransch samt andelen av energianvändningen och andelen av företag inom respektive år.

Tabell 4. Branschfördelning av företag i "välj-säkert-stratum" enligt exempel 2, samt företag, andel företag och andel energianvändning

År	Bransch	Säkra	Total	Andel av (per år)	
				Användning	Företag
1	Bearbetning och tillv av varor av gips, sten	34	79	15%	64%
	Eldfasta Produkter	8	13	3%	10%
	Glasprodukter	11	25	15%	20%
	Keramiska produkter	1	2	0%	2%
	Tillv av cement kalk och gips	4	5	66%	4%
	Total år 1	58	124		
2	Pappers- och Massatillverkning	22	53	85%	12%
	Pappersprodukter	-	66	1%	15%
	Sågning och hyvling av trä, träimpregnering	50	181	11%	40%
	Tillverkning av träprodukter	6	151	2%	33%
	Total år 2	78	451		



3	Baskemikalier	27	50	67%	13%
	Kemiska produkter	1	48	1%	13%
	Petroleumraffinering	5	7	24%	2%
	Tillv av farmaceutiska basprodukter	6	29	3%	8%
	Tillv av gummi och plastvaror	25	242	4%	64%
	Tillv av läkemedel	1	2	0%	1%
Total år 3		65	378		
4	Framställning av drycker	3	16	14%	5%
	Livsmedelsframställning	26	325	86%	95%
	Tobak	-	2	0%	1%
Total år 4		29	343		
5	Andra metaller, gjutning	14	67	2%	40%
	Framställning av järn och stål samt ferrolegeringar	14	19	88%	11%
	Gruvindustri	25	42	8%	25%
	Tillv av stålrör, stång, band	7	38	2%	23%
Total år 5		60	166		
6	Datorer, elektronik och optik	2	175	6%	8%
	Elapparatur	-	214	9%	9%
	Metallvaror, ej maskiner eller apparater	6	1028	21%	45%
	Motorfordon och släpvagnar	3	182	37%	8%
	Övriga maskiner	1	455	15%	20%
	Övriga Transportmedel	-	256	12%	11%
Total år 6		12	2310		
Total		302	3772		

Inom de flesta år står branscher med en liten del av företagen för en stor andel av energianvändningen detta gäller ej för år 4.

Antalet branscher där det finns en risk att ett tilläggsurval måste ske är (innan urvalet skett) 13 stycken. År 5 återfinns fler än fem företag inom varje bransch i ”välj-säkert-stratum” medan det inom år 6 är fem av sex branscher som har färre än fem företag inom detta stratum.

## Appendix C Besiktningsprotokoll

## Anläggningsdata (ver 2.2c)

<b>ID-nummer</b>	<b>123123123</b>
<b>Besiktningsförrättare</b>	
Namn	Kalle
Företag	X
Telefonnummer	070-1234547
Mobilnummer	070-12345678
E-post	<a href="mailto:kalle1@kalle.se">kalle1@kalle.se</a>
Besiktningsdatum	2008-07-03
<b>Kategori</b>	
Industrityp	
Inventeringens avgränsning	
Ansvar för verksamheten	
<b>Arbetsstället</b>	
Arbetsställets beteckning	
Länsbeteckning	
Kommun	
Gatuadress	
Ort	
Postnummer	
SNI-kod	
<b>Ägare av arbetsstället</b>	
Namn	
Gatuadress	
Ort	
Postnummer	
E-postadress	
Telefonnummer (1)	
Telefonnummer (2)	
<b>Övriga kontaktpersoner</b>	
Kontaktperson för anläggningen	
Telefonnummer	
Mobilnummer	
E-post	
Kontaktperson för företaget	
Telefonnummer	
Mobilnummer	
E-post	
Annat ansvarsområde (fritex)	

# Ekonomiska data

Ekonomiska data och fysiska produktionsdata			
<b>Ekonomiska data</b>			
Omsättning (tkr/år)			
Produktionsvärde (tkr/år)			
Förädlingsvärde (tkr/år)			
Antal anställda			
Helårsarbeten			
Resultat/vinst före skatt			
Resultat/vinst efter skatt			
Totala rörliga kostnader			
Energikostnader			
<b>Fysiska produktionsdata</b>			
<b>Uppgifter om energisparande åtgärder</b>			År
Har anläggningen tidigare deltagit i denna undersökning?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	2000
Deltar anläggningen i PFE?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	2000
Har anläggningen haft kontakt med kommunala energirådgivare eller regionala energikontor?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	2001
Ingår anläggningen i handeln med utsläppsrätter?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	2000
Har det tidigare gjorts en energikartläggning på anläggningen?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	2000
Har anläggningen fått stöd med energikartläggningscheckar?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	2000
Har anläggningen undantag från elcertifikat?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	2000
Orsak till undantaget	<input type="text" value="Enligt LSE"/>		
Finns miljö- eller energiledningssystem på anläggningen?	<input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nej	2000
<b>Skatt</b>			
Vilken skattesats betalar anläggningen i följande skatter			
Koldioxid	<input type="text" value="Betalar full skatt"/>		
Energiskatt	<input type="text" value="Betalar full skatt"/>		
Svavelskatt	<input type="text" value="Betalar full skatt"/>		

## Totalbalans

Tillförd energi				
	Mängd-enhet	Mängd	Värme-värde (MWh/enhet)	Energi (MWh)
<b>Energibärare in</b>				
Olja	m3		10	0
Naturgas	m3		0.0108	0.0
Bränsle3				
Bränsle4				
Bränsle5				
Värme1				
Värme2				
Internt genererat bränsle				
Internt genererat bränsle				
EI inköpt	MWh		1	0.0
<b>Summa energi in</b>				<b>0</b>
	Mängd-enhet	Mängd	Temp (°C)	Energi (MWh)
Spädvatten	kg		10	0.00

Bortförd energi							
	Mängd-enhet	Mängd	Mängd (kg/s)	Drifttid (h)	Tryck (bara)	Temp (°C)	Energi (MWh)
<b>Energibärare ut</b>							
Ånga 1	ton/h	4					0
Ånga 2	kg/s	1					0
Ånga 3	kg/s	2					0
Ånga 4							0
Ånga 5							0
Hetvatten	kg/s						0
Hetvatten							
EI såld	MWh						0
<b>Summa energi ut</b>							<b>0</b>
	<b>MWh</b>						
<b>Balans</b>		<b>0</b>					

## Summering av energiomvandlare

Summering från alla enskilda energiomvandlare

Energibärare in Summering av Energiomvandlare	Mängd- enhet	Mängd	Värme- värde (MWh/ enhet)	Summerad energi (MWh)
Bränsle1	m <sup>3</sup> /h			
Bränsle2				
Bränsle3				
Bränsle4				
Bränsle5				
Bränsle6				
Värme				
Internt genererat bränsle				
Internt genererat bränsle				
<b>Summa</b>				<b>0</b>
El inköpt	MWh		1	
Returkondensat/HV retur	kg/s			
Spädvatten	kg/s			
				<b>0</b>
Energibärare ut Summering av Energiomvandlare	Mängd- enhet	Mängd	Tryck (bara) alt. Temp (°C)	Summerad energi (MWh)
Ånga 1	kg/s			
Ånga 2	kg/s			
Ånga 3	kg/s			
Ånga 4	kg/s			
HV1	kg/s			
HV2	kg/s			
El producerad	MWh			
<b>Summa energi ut</b>				<b>0</b>
<b>Summa förlust</b>				<b>0</b>

Energiomvandlare 1									
Drifttid		h							
	Mängd-enhet	Mängd		Värme-värde (MWh/enhet)	Energi (MWh)		Mängd-enhet	Mängd	Mängd (kg/s)
<b>Energibärare in</b>						<b>Energibärare ut</b>			
Bränsle1	m3/h				0	Ånga 1	ton/h		
Bränsle2						Ånga 2	kg/s		
Bränsle3						Ånga 3	kg/s		
Internt genererat bränsle						HV1	kg/s		
El inköpt	MWh			1		El producerad	MWh		
<b>Summa energi in</b>					0	<b>Summa energi ut</b>			
	Mängd-enhet	Mängd	Mängd (kg/s)	Temp (°C)	Energi (MWh)		Förlust (MWh)		
Returkondensat/HV retur	kg/s		0		0	<b>Balans</b>	<b>0</b>		
Spädvatten	kg/s		0		0				
<b>Summa</b>					0				

## Energianvändare

<b>Summa värme- och el användare</b>		
<b>Energibärare</b>	<b>Total energianvändning (MWh)</b>	<b>Primärenergianvändning (MWh)</b>
Ånga HT		
Ånga MT		
Ånga LT		
Ånga LLT		
Ånga 1		
Olja 1		
Hetvatten		
EI		
Ej specificerat		
<b>Summa</b>	0	0



## Värmeanvändare

Värmeanvändare 1	Namn	Processavdelning	Användartyp			<input checked="" type="checkbox"/> Energianvändaren värms med primärvärme
		Processavdelning1	Vätskevärmning			
Driftprocent	11%					
Drifttid/år (timmar)	1000					
	Varma sidan, Ånga	Varma sidan, Hetvatten	Varma sidan, Bränsle	Varma sidan, EI	Kalla sidan	Förlust
	<input type="radio"/> Ånga	<input checked="" type="radio"/> Hetvatten	<input type="radio"/> Bränsle	<input type="radio"/> EI	<input type="radio"/> Kalla sidan	<input type="checkbox"/> Inkludera förluster
Energibärare	Ånga MT	Hetvatten 1	Olja 1	EI	Värmt media (vatten antas)	Kondensatförluster
Flöde in (kg/s)						
Tryck in (bar)						0
Temperatur in (°C)						90
Information, tryck och temp.	Indata anger ånga	Indata anger vatten		Info	Info	Indata anger ånga
Entalpi in/ Värmevärde (kJ/kg)	0	0		10	Info	0
Q in (kW)	0	0		0		Indata anger ångfas
Flöde ut (kg/s)						0
Tryck ut (bar)						0
Temperatur ut (°C)						0
Information, tryck och temp.	Indata anger vatten	Indata anger vatten				Indata anger vatten
Entalpi ut (kJ/kg)	0	0				0
Q ut (kW)	0	0				0
$\Delta Q_{in-ut}$ (kW)	0	0		0	0	0
$\Delta Q_{totalt}$ (kW)		0				Övriga förluster (kW)
Energianvändning (MWh/år)		0				





# Kyla och värmepump

Kylmaskin (produktion)							Kylmaskin användning/betjäna map med kyla per process									
Bet	Energi [MWh <sub>kyla</sub> ]	COP [kyla]	Elenergi [MWh]	Återvinning [MWh <sub>värmel</sub> ]	Kyleffekt [kW]	Ålder	Process 1	Process 2	Process 3	Process 4	Process 5	Process 6	Process 7	Process 8	Process 9	Process A
VKA1	0															
VKA2	0															
<b>Summa</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>											
Fjärrkyla																
Vattenkyld																
Annat																
<b>Summa</b>	<b>0.0</b>															
							Värmepump användning/betjäna per byggnad									
Värmepumpar							Process 1	Process 2	Process 3	Process 4	Process 5	Process 6	Process 7	Process 8	Process 9	Process A
Bet	Typ	Elenergi [MWh]	COP [värme]	VÅV [MWh]	Ålder		Process andel [%]	Process andel [%]	Process andel [%]	Process andel [%]	Process andel [%]	Process andel [%]	Process andel [%]	Process andel [%]	Process andel [%]	Process andel [%]
VP1	Frånluftsvärmepump															
VP2	Uteluftsvärmepump															
<b>Summa</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>												

# Belysning

	Rumstyp	Area A, m <sup>2</sup>	Installerad effekt, inkl drivdon [kW]											Drifttid h/år	Faktor		Energi MWh/år				
			Lysrör, konv drivdon	Lysrör, T8 med HF	Lysrör T5	Halogen- lampor	Glöd- lampor	Lågenergi- lampor	Kviksilver- lampor	Metall- halogen	Natrium	Annat	Tot		W/m <sup>2</sup>	%					
Tillverkning 1		1758.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tillverkning 2		1554.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tillverkning 2		1554.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Omklädningsrum		952.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Serviceutrymmen		244.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kommunikation		688.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lager		158.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kontor		24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Övrigt		15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tornställt		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Utomhus		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Summa</b>		<b>6947.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

**Inmätning**

Med hjälp av nyckeltal						Fördelning map energi [%]												
Process	Rumstyp	A, m <sup>2</sup>	Nyckeltal [W/m <sup>2</sup> ]	Drifttid [h/år]	Faktor [%]	Energi MWh	Lysrör, konv (T8) drivdon	Lysrör, T8 med HF	Lysrör T5	Halogen- lampor	Glöd- lampor	Lågenergi- lampor	Kviksilver- lampor	Metall- halogen	Natrium	Annat		
Process 1	Kontor		10	2000	100	0									40	20	30	10
Process 1	Tillverkning 1					0												
Process 1	Omklädningsrum					0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
						0												
Process 1						0												

**Med hjälp av inventering**

Process	Rumstyp	A, m <sup>2</sup>	Lysrör, konv (T8) drivdon	Lysrör, T8 med HF	Lysrör T5	Halogen- lampor	Glöd- lampor	Lågenergi- lampor	Kviksilver- lampor	Metall- halogen	Natrium	Annat	Tot	W/m <sup>2</sup>	h/år	Faktor%	MWh/år
Process 1	Tillverkning 1	738											0.0	0.0			0.0
													0.0	0.0			0.0
Process 2	Tillverkning 1	1020											0.0	0.0			0.0
Process 1	Omklädningsrum	553											0.0	0.0			0.0
Process 1	Omklädningsrum	308											0.0	0.0			0.0
Process 1	Omklädningsrum	76.5											0.0	0.0			0.0
Process 1	Serviceutrymmen	24											0.0	0.0			0.0
Process 1	Lager	40											0.0	0.0			0.0
Process 1	Tillverkning 2	120											0.0	0.0			0.0
Process 1	Lager	119											0.0	0.0			0.0
Process 1	Serviceutrymmen	30											0.0	0.0			0.0
Process 1	Tillverkning 2	104											0.0	0.0			0.0
Process 1	Serviceutrymmen	48											0.0	0.0			0.0
Process 1	Kommunikation	380											0.0	0.0			0.0
													0.0	0.0			0.0
Process 1	Tillverkning 2	989											0.0	0.0			0.0
Process 1	Tillverkning 2	242											0.0	0.0			0.0
Process 1	Tillverkning 2	99											0.0	0.0			0.0
Process 1	Övrigt	15											0.0	0.0			0.0
Process 1	Serviceutrymmen	142											0.0	0.0			0.0
Process 1	Omklädningsrum	15											0.0	0.0			0.0
Process 1	Kontor	24											0.0	0.0			0.0
Process 1	Kommunikation	308											0.0	0.0			0.0
													0.0	0.0			0.0



### Tryckluftskompressorer

Beteckning	Bejämning Process	Processavdelning	Märkeffekt [kW]	Faktor [%]	Uppmätt effekt [kW]	Beräkningseffekt [kW]	Drifttid [h/år]	Energ [MWh/år]	Frekvensdrift	Tryck [bar]	VVX	Driftstyrning	Medeleffekt under icke prod.tid [kW]	Drifttid under icke prod.tid [h/år]	Uppskattat läckage [MWh/år]
Tryckluftscentral 1			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				60	1000	60.0
Kompressor 1			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				60	1000	60.0
Kompressor 2			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				60	1000	60.0
Kompressor 3			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				60	1000	60.0
Kompressor 4			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				60	1000	60.0
Kompressor 5			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				60	1000	60.0
Kompressor 6			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				60	1000	60.0
Kompressor 7			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				60	1000	60.0
Tryckluftscentral 2			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 1			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 2			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 3			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 4			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 5			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 6			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 7			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Tryckluftscentral 3			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 1			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 2			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 3			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 4			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 5			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 6			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 7			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Tryckluftscentral 4			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 1			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 2			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 3			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 4			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 5			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 6			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 7			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Tryckluftscentral 5			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 1			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 2			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 3			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 4			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 5			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 6			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0
Kompressor 7			10		10	10.0	8000	80.0	Nej				5	1000	5.0

Beteckning	Uppmätt effekt [kW]
Torkning, central 1	
Ingen torkning	
Kyltork	
Varmgenererad ads.tork	
Kallgenererad ads.tork	
Torkning, central 2	
Ingen torkning	
Kyltork	
Varmgenererad ads.tork	
Kallgenererad ads.tork	
Torkning, central 3	
Ingen torkning	
Kyltork	
Varmgenererad ads.tork	
Kallgenererad ads.tork	
Torkning, central 4	
Ingen torkning	
Kyltork	
Varmgenererad ads.tork	
Kallgenererad ads.tork	
Torkning, central 5	
Ingen torkning	
Kyltork	
Varmgenererad ads.tork	
Kallgenererad ads.tork	
Beteckning	Märkeffekt [kW]
Kylning, central 1	
Kylning, central 2	15
Kylning, central 3	0.7
Kylning, central 4	0.9
Kylning, central 5	

Sammanställning/Hjälp	
Kompressorer	Totalt
Typ	Ei [MWh/år]
Tryckluftscentral 1	791.1
Tryckluftscentral 2	675.2
Tryckluftscentral 3	582.4
Tryckluftscentral 4	599.6
Tryckluftscentral 5	655.2
<b>Summa tryckluftskompressorer</b>	<b>3303.5</b>











