

Vägledning för energi- kartläggning i tillverkande industri

Arbetsätt för att ta fram en energikartläggning enligt lag (2014:266) om energikartläggning i stora företag, EKL

ER 2016:05

Böcker och rapporter utgivna av Statens
energimyndighet kan beställas via
www.energimyndigheten.se
Orderfax: 08-505 933 99
e-post: energimyndigheten@arkitektkopia.se

© Statens energimyndighet

ER 2016:05

ISSN 1403-1892

Förord

Den 1 juni 2014 trädde lag (2014:266) om energikartläggning i stora företag, EKL ikraft. Lagen syftar till att främja förbättrad energieffektivitet i stora företag. Energimyndigheten ansvarar för föreskrifter och tillsyn av lagen. Under införandet av lagen har Energimyndigheten arbetat med olika organisationer och företag med målet att genomförda energikartläggningar inom ramen för EKL ska resultera i bra beslutsunderlag för åtgärder som leder till effektivare energianvändning i verksamheterna. För att tydliggöra lagens krav har Energimyndigheten tagit fram övergripande vägledningsmaterial som stöd för företagens arbete att förstå på vilket sätt de omfattas av dessa krav. I den dialog som Energimyndigheten har fört med organisationer och företag inom olika branscher har dessa uttryckt ett behov av ytterligare vägledning för hur arbetet med energikartläggningen kan ske i deras respektive verksamheter.

Denna vägledning har tagits fram för tillverkande industriföretag som omfattas av lagen. Den är gjord för att underlätta arbetet med att ta fram relevanta åtgärdsförslag som grund i ett bra beslutsunderlag för att implementera nyttan av energikartläggningen. I arbetet med vägledningen har erfarenheter tagits till vara från tio års arbete med energikartläggningar och systematiskt energiledningsarbete inom det tidigare programmet för den energiintensiva industrin, PFE.

Vägledningen innehåller en arbetsgång som kan följas för att få en struktur vid genomförandet av energikartläggningen. De krav som lagen om energikartläggning i stora företag ställer tydliggörs i texten för att skilja dessa krav från förslag på arbetsgång i kartläggningen. Vägledningen ska inte betraktas som en handbok, eftersom varje energikartläggning måste anpassas till förhållandena i respektive företag och den bransch det tillhör.

En energikartläggning är en lärprocess och innebär ett ständigt förbättringsarbete, särskilt i industriföretag med en komplex energianvändning. Denna vägledning är ett första steg för att hjälpa företagen i den processen. Stöd i form av fördjupningar i detta arbete kan komma att behövas. Energimyndigheten kommer i sådana fall att ta fram ytterligare stödmaterial.



Fredrick Andersson
Enhetschef



Anders Pousette
Handläggare

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund.....	5
1.2	Bra verktyg för energieffektivisering.....	6
1.3	Användningsområden för kartläggningsrapporten.....	6
1.4	Energiledningssystem	7
1.5	Definitioner	7
2	Planering av kartläggningen	9
2.1	Organisation av energikartläggning	10
3	Energikartering	13
3.1	Total in- och utgående energi in och ut.....	13
3.2	Dela upp i delsystem	14
3.3	Energikartering av delsystem.....	15
3.4	Kontroll: Behövs mer data?	15
4	Analys och förslag till åtgärder	19
4.1	Energianvändningen i delsystemen.....	19
4.2	Identifiera betydande energianvändare	21
4.3	Detaljerad analys – Åtgärdsförslag.....	21
4.4	Lönsamhetskalkyl	24
5	Rapportering	29
5.1	Kartläggningsrapport	29
5.2	Levande dokument.....	31
	Bilaga A: Att titta på vid rundvandring	33
	Bilaga B: Förslag på åtgärder	35
	Bilaga C: Energikartering av byggnader och identifiering av åtgärder	37

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Denna vägledning beskriver ett arbetsätt för att ta fram den energikartläggning som krävs enligt *lag (2014:266) om energikartläggning i stora företag*, EKL. Övriga författningar som reglerar energikartläggning för stora företag är förordning (2014:347) om energikartläggning i stora företag och Statens energimyndighets föreskrifter om energikartläggning i stora företag, STEMFS 2014:2.

Syftet med vägledningen är att underlätta för verksamheter som omfattas av lagen att ta fram en energikartläggning med kostnadseffektiva åtgärdsförslag. Denna vägledning riktar sig till personer på relevanta positioner i tillverkande industri och till aktörer som arbetar med energikartläggningar på dessa industrier.

Vägledningen innehåller en arbetsgång som kan följas för att få en struktur vid genomförandet av energikartläggningen. De krav som författningarna avseende EKL ställer har vi förtydligat i texten så att det blir klart vad som är förslag på arbetsgång och vad som är författningskrav. Det ska påpekas att denna guide är just en guide och inte en instruktionsbok. Varje kartläggning måste anpassas till förhållandena i branschen och företaget.

Energiekartläggningen ska omfatta all verksamhet som sker i Sverige för de företag som omfattas av lagen, se Energimyndighetens vägledning *ET 2015:05 Vägledning för energikartläggning i stora företag – Så avgör du om företaget omfattas av lagen om energikartläggning i stora företag*.

Vägledningen har tagits fram av CIT Industriell Energi och CIT Energy Management på uppdrag av Energimyndigheten. En referensgrupp har bidragit med värdefulla kommentarer under arbetet med vägledningen. Följande personer har medverkat:

Eva Andersson, CIT Industriell Energi
Anders Åsblad, CIT Industriell Energi
Per-Åke Franck, CIT Industriell Energi

Lars Arvidsson, SKF
Cecilia Bengtsson, Volvo AB
Per-Olof Eriksson, Preem
Tomas Hirsch, SSAB
Mats Marcus, Stora Enso
Christer Ryman, Boliden

Daniel Olsson, CIT Energy
Management

Martina Berg, Energimyndigheten
Thomas Björkman, Energimyndigheten
Anders Pousette, Energimyndigheten

1.2 Bra verktyg för energieffektivisering

Energimyndighetens arbete med energiintensiv industri i olika storlekar pekar odelat på vikten av att göra en bra energikartläggning och sedan ständigt förbättra den som grunden för ett bra energieffektiviseringsarbete.

År 2004 lanserades Programmet för energieffektivisering i energiintensiv industri (PFE) för att realisera den då antagna lagen (2004:1196) om program för energieffektivisering. De deltagande företagen införde ett strukturerat arbetssätt genom att certifiera sig mot ISO 50001. Dessutom förband företagen sig att genomföra de åtgärder som identifierades vid kartläggningen om återbetalningstiden var kortare än tre år. Incitamentet för företagen var en elskattereduktion på 0,5 öre/kWh.

Första perioden (2004–2009) var eleffektiviseringen 1,45 TWh per år jämfört med de 0,6 TWh per år lagstiftaren förväntade sig innan programmet startades. Resultatet för de företag som deltog i PFE en andra femårsperiod gav en lika stor eleffektivisering. Det innebär en minskad elanvändning på 10 % utöver business-as-usual för deltagande företag.

De deltagande företagen vittnade om stora fördelar med det systematiska arbetssättet och att arbetet med energieffektiviseringsfrågor genom PFE fick högre status. Energimyndigheten lyfter fram följande slutsatser vid utvärdering av programmet, PFE:

- Energi blev en ledningsfråga och kom på den dagliga agendan i företagen.
- Programmet bidrar till ökad kunskap om energieffektivitet hos företagens anställda.
- Det systematiska arbetssättet med energifrågorna utvecklades i en lärprocess. Företagen har ständigt förbättrat sin energikartläggning under de tio åren i programmet.
- Miljöpåverkan minskar.
- Erfarenheter och resultat av energieffektiviseringsarbetet kan delas med andra företag, både deltagare i programmet och andra företag.
- Företagen sänker sina energikostnader.

1.3 Användningsområden för kartlägningsrapporten

Det systematiska arbetet som ligger bakom kartlägningsrapporten och den värdefulla information som kan läsas ur den kan utnyttjas på fler sätt än att hitta effektiviseringsåtgärder. Det kan till exempel vara som del i utbildning av anställda i organisationen, för att ge en övergripande kunskap av energianvändningen eller ingående förståelse för vad som driver energikonsumtionen.

Resultat från energikartläggningen ger även underlag till informationsmaterial för användning utåt i marknadsföring eller vid kommunikation med kunder som i ökande omfattning efterfrågar underlag för miljöpåverkan. En kartlägningsrapport kan även inkludera information om koldioxidutsläpp och andra växthusgaser,

men det är inget krav. Energieffektivisering är ett sätt att minska användningen av fossila bränslen, men även bränslebyte till biobaserade bränslen minskar klimatpåverkande utsläpp. Ett bränslebyte kan i vissa fall öka energianvändningen. Ofta är det samma indata som behövs för uppföljning och därför kan uppföljning av energikonsumtion och växthusgasutsläpp göras parallellt så att föreslagna åtgärder kan utvärderas ur flera aspekter. Då kan man tydliggöra resonemanget bakom föreslagna åtgärder.

1.4 Energiledningssystem

Ett energiledningssystem beskriver ett systematiskt arbetssätt med mål att ständigt förbättra energiprestandan i ett företag. Ett ökande antal företag väljer idag att certifiera sig mot är ISO 50001, en standard för energiledningssystem. Det är ett av sätten företagen kan välja att uppfylla lagens krav på energikartläggning. Även för företag som inte avser att certifiera sin verksamhet kan det vara en bra idé att införa delar av energiledningssystemet för att få en bra struktur i energiarbetet. Energikartläggningen utgör en stor del av det arbete som ingår i implementering av ett energiledningssystem.

Förutom energikartläggning ingår i ett energiledningssystem bland annat:

- Krav på högsta ledningens åtagande
- Energipolicy
- Identifiering av lagar och andra krav som berör energi
- Att ta fram referensvärden (typiskt värde för energiprestanda) och nyckeltal (som används vid mätning och övervakning av energiprestandan) för organisationen
- Att sätta mål och ha en handlingsplan för energimål
- Verksamhetsstyrning; vid konstruktion, upphandling och drift

Erfarenheterna från PFE-programmet visar att de företag som integrerat ISO 50001 i sitt verksamhetsstyrningssystem är de som lyckats bäst. När energieffektiviseringsarbetet blir en operativ del av företagets arbete med ständig förbättring får företaget ett högt utbyte av investeringen i form av organisatorisk kompetens.

1.5 Definitioner

Energikartering

En energikartering innebär att representativa värden för olika energibärare som beskriver mängden energi till eller från olika energianvändare eller större delsystem ska tas fram.

För att kunna relatera energikonsumtionen till relevanta variabler, till exempel produktionsvolym, olika produkttyper, tid eller utomhustemperatur ska även dessa värden ingå i energikarteringen.

Energianvändning (Definition enligt ISO 50001)

Metod eller form av användning av energi (ljus, värme, kyla, transporter, processer, produktionslinjer)

Energikonsumtion (Definition enligt ISO 50001)

Mängd energi som används (till exempel GJ, kWh, MWh).

Betydande energianvändare (Definition enligt ISO 50001)

Energianvändning som utgör en ansenlig energikonsumtion och/eller där potentialen för förbättring av energiprestanda är stor.

Energieffektivisering (Definition enligt ISO 50001)

Förhållande eller annan kvantitativ relation mellan utfallet i form av prestanda, tjänster, varor eller energi och den tillförda energin.

Energibärare

Ämne eller flöde vars syfte är att överföra eller lagra energi. Det är till exempel el, bränsle, fjärrvärme och ånga. Energirika flöden som lämnar systemet, så som rökgaser, varmt avloppsvatten räknas inte till energibärare. Flöden som säljs som energi räknas som energibärare.

Organisation (Definition enligt ISO 50001)

Bolag, koncern, firma, företag, myndighet eller institution eller del av eller kombination av sådana, juridisk enhet eller ej, offentlig eller privat, som har egna uppgifter och egen administration och som har befogenhet att kontrollera sin egen energianvändning och energikonsumtion.

2 Planering av kartläggningen

En energikartläggning ska ha fokus på att identifiera kostnadseffektiva energieffektiviseringsåtgärder. Den kan med fördel också användas för att identifiera åtgärder för att minska företagets klimatpåverkan.

En energikartläggning består av flera moment. Efter planering av energikartläggningen är nästa steg att göra en energikartering. Det innebär att ta fram data om var energin används i organisationen och hur mycket energi som används av olika energibärare. Resultatet av energikarteringen ska visa var de betydande energianvändarna finns i organisationen. Dessa kan vara enskilda utrustningar eller system. De betydande energianvändarna ska analyseras för att identifiera åtgärdsförslag. Efter en lönsamhetsberäkning ska de föreslagna åtgärderna prioriteras. Resultatet blir en lista med kostnadseffektiva energieffektiviseringsåtgärder. Energikartering, analys och lista med åtgärder ska samlas i en rapport som ska finnas hos organisationen.

Föreslagen arbetsgång vid energikartläggning		Se avsnitt
1	Planering av kartläggning	2
2	Energikartering för att ta reda på tillförd energi och fördelning till olika delar av organisationen	
a	Totalt tillförd och såld energi till och från hela systemet (organisationen) uppdelat på energibärare	3.1
b	Dela upp organisationen i logiska delsystem	3.2
c	Kartera delsystemens ingående och utgående energibärare	3.3
d	Gör en kontroll mot energi in och ut per energibärare för hela systemet framtaget i punkt 2a. Identifiera eventuella behov av kompletterande mätningar.	3.4
3	Analys och förslag till åtgärder	
a	Beskriv energianvändare i delsystemet och gör en mer detaljerad energikartering för energianvändare. Prioritera delsystem med betydande energianvändning.	4.1.1
b	Ta fram mer data om det behövs för att kunna identifiera betydande energianvändare	4.1.2
c	Identifiera betydande energianvändare (STEMFS 2014:2 4 §)	4.2
d	Gör mer detaljerad energianalys av de objekt/system som har identifierats som betydande energianvändare och analysera vilka faktorer som påverkar energikonsumtionen.	4.3.1
e	Identifiera åtgärdsförslag	4.3.2
f	Kontrollera effekten på andra delsystem av föreslagen åtgärd för att undvika en suboptimering	4.3.3
g	Gör en lönsamhetsanalys av föreslagna åtgärder baserat på livscykelkostnader (om det inte är möjligt så på återbetalningsperioder) (Förordning 2014:347 8 §)	4.4.1
h	Gör en prioritering av kostnadseffektiva åtgärder (som sparar energi eller effektiviserar energianvändningen) (Förordning 2014:347 8 §)	4.4.2
i	Beskriv hur resultatet av åtgärden ska följas upp (STEMFS 2014:2 7 §)	4.4.3
4	Rapportering av kartläggningen	
a	Rapportering till Energimyndigheten via e-tjänst(Lag 2014:266 9 §)	
b	Resultatet av energikartläggningen ska redovisas i en rapport enligt internationell ISO standard eller liknande (STEMFS 2014:2 6 §)	5.1

2.1 Organisation av energikartläggning

2.1.1 Koncerner

En koncern som har en eller flera verksamheter i Sverige kan välja att antingen göra en koncerngemensam rapport eller göra en rapport för varje verksamhet. För att underlätta analys och jämförelser inom koncerner bör samma definitioner användas och dessutom gemensamma metoder för att göra lönsamhetsberäkningar och bedömningar av vilka energianvändare som är betydande.

Erfarenheter från koncerner med vana av systematiskt arbete med energifrågorna visar att det finns stora fördelar med att arbeta med hela koncernen i lärprocessen.

2.1.2 Ansvarsfördelning

Organisationer som har ett certifierat energi- eller miljöledningssystem som innehåller krav på energikartläggning i enlighet med EKL kan utföra kartläggningen med egen personal om kompetenskraven för kartläggare som beskrivs i Statens energimyndighets föreskrifter om energikartläggning i stora företag, STEMFS 2014:2 är uppfyllda. För områden där kompetenskraven inte uppfylls kan experter behöva anlitas. Övriga organisationer måste anlita en certifierad kartläggare. Oavsett om kartläggningen görs med egen eller inhyrd personal ska ansvariga personer i organisationen utses som kan delta vid genomförandet av energikartläggningen. Det är också önskvärt att involvera och engagera många personer med erfarenheter från organisationen som kan bidra till att identifiera åtgärdsförslag.

Ansvarsfördelningen kan till exempel delas upp enligt följande:

- En huvudansvarig i varje organisation.
- En kontaktperson för varje delsystem.

2.1.3 Bakgrundsmaterial

Inför planeringen av kartläggningen samlas material som kan vara till hjälp och redan finns framtaget i organisationen. Det kan vara energifakturor, tidigare energiredovisningar (interna och externa), genomförda energistudier, processscheman och tidigare framtagna åtgärdsförslag med energirelevans.

Om organisationen använder gemensamma metoder, energienheter, prisberäkningar och andra definitioner underlättas sammanställningen och jämförande av inrapporterade uppgifter, se Textruta 1. Det ska till exempel finnas kriterier för att fastställa vad som är betydande energianvändning samt metoder för lönsamhetsberäkning och prioritering av åtgärder.

Textruta 1 Gränsdragningar och gemensamma faktorer

Identifiera frågor som kan vara bra att komma överens om gemensamt innan kartläggningen påbörjas.

- Hur ska vi beräkna energiinnehållet i ånga för att kunna beräkna energikonsumtionen om vi mäter i ton ånga?
- Hur prissätter vi ånga, tryckluft och andra interna energibärare? (Bra att ha vid lönsamhetsberäkningar)
- Vilka är våra energibärare? Det kan finnas skäl att slå ihop vissa biobränslefraktioner eller biodrivmedel som används. Det måste dock gå att beräkna kostnad och besparingspotential.
- Vilken energianvändning tillhör processen och vilken räknas till byggnader? Det gäller främst uppvärmning och ventilation i byggnader där kravet på klimatet i byggnaden styrs av processens krav.
- Lämpliga gemensamma nyckeltal för energianvändning. Nyckeltal kan tas fram för energi för slutprodukt eller för byggnader, transporter.
- Hur väljer vi ut betydande energianvändare?
- Hur prioriterar vi, hur lägger vi upp planen för detaljerad analys av betydande energianvändare?
- Hur beräknar vi lönsamheten för de åtgärdsförslag som identifierats?
- Hur hanterar vi uppföljning av åtgärderna?

2.1.4 Platsbesök

Energikartläggningen ska inkludera platsbesök i organisationen (STEMFS 2014:2 5§). Undantag kan ske när organisation har flera arbetsställen eller verksamheter som kan förväntas vara snarlika. Då kan det räcka att kartlägga ett antal arbetsställen¹ och utifrån den kartläggningen bedöma total energianvändning samt föreslå åtgärder för att energieffektivisera. Alla avsteg från kravet på platsbesök ska motiveras i den rapport som tas fram som ett resultat av kartläggningen.

Vid platsbesök ska en allmän bedömning av status på byggnader och utrustning utföras. Det är också bra att få en bild av hur energikonsumtionen följs upp och att genom dialog med de som arbetar i organisationen, få reda på hur de uppfattar att de kan påverka energikonsumtionen i det dagliga arbetet.

¹ En riktlinje kan vara: $\text{Antal besök} = \sqrt{N}$, där N = totala antalet arbetsställen.

3 Energikartering

Efter planeringen är det dags för energikartering av energianvändningen för att se var i organisationen energin används. Genom att göra en sammanställning för alla energibärare som används eller, i vissa fall, genereras i olika delar av verksamheten ges en uppfattning om vilka data organisationen har och vilka mätningar som behöver förbättras.

Energikarteringen kan innehålla både energitillförsel och internt genererade energibärare. Märk väl att avsikten med energikarteringen är att ta fram hur mycket energi som konsumeras och inte ett försök att göra en energibalans. Det innebär att det bara är de flöden som är energibärare och används för att överföra energi som ska karteras. Procesströmmar och avloppsströmmar, som också innehåller energi, ska inte tas med som energibärare i energikarteringen. Analys av procesströmmars och avloppsströmmars energiinnehåll kan dock komma att ingå i en detaljerad analys av betydande energianvändare i ett senare skede, när åtgärdsförslag ska identifieras.

Vid energikarteringen tas aktuella och representativa siffror på energikonsumtion av olika energibärare fram. Det ska vara en summering av konsumtionen det senaste året.

För att kunna bedöma kvalitén på de data som ska användas är det viktigt att dokumentera i rapporten hur data har tagits fram (SFS 2014:347 8§). Använda data kan vara uppmätta värden, en beräkning eller en uppskattning. Alla antaganden och uppskattningar ska dokumenteras.

Exempel: Om en fördelningsnyckel används för att dela upp ett energiflöde till flera energianvändare där bara ingående totala energin mäts så ska den antagna fördelningen motiveras.

3.1 Total in- och utgående energi in och ut

Börja med att ta fram uppgifter om den totala energikonsumtionen för organisationen fördelat på olika energibärare. Energibärare kan till exempel vara el, biobränsle, olja, naturgas, bensen, diesel, biodrivmedel och fjärrvärme. Vid energikartering av den totala energin in och ut ska det vara aktuella och uppmätta samt spårbara värden som används (Förordning 2014:347 8§). Utgå från det material som finns och rapporteras idag. Den totala energikonsumtionen kan ofta baseras på inköpsfakturer och ur detta kan periodens (årets) energikonsumtion beräknas. Korrigering kan behöva göras för lager och omvandling av vikt eller volym och bränsle till bränsleenergi². Uppgifter om utgående energi som säljs kan till exempel hämtas från fakturer.

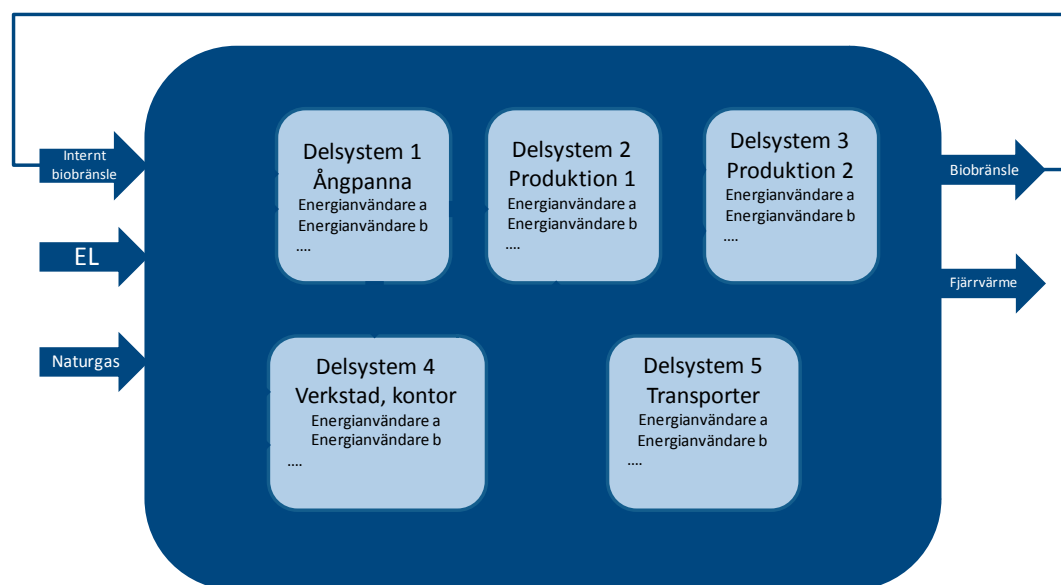
² Bränslets effektiva värmevärden och omvandlingsfaktorer för energi finns i Energiläget som ges ut årligen av Energimyndigheten.

Energibärare som har sitt ursprung från materialströmmar och används som bränsle i organisationen eller säljs som bränsle ska beräknas och ingå i total energi in eller ut.

Energikonsumtionen fördelas på olika energibärare och på verksamhet, transport och byggnader (Förordning 2014:347 8 §). Fördelningen kan vara svår att göra från början och kräver en mer detaljerad energikartering, men det kan vara bra att ha i åtanke. Då kan man undvika att slå ihop energikonsumtion som senare ska fördelas i olika kategorier.

3.2 Dela upp i delsystem

För att kunna identifiera betydande energianvändare behöver energikonsumtionen brytas ner på en mer detaljerad nivå. För större organisationer är det lämpligt att börja med att dela in organisationen i mindre delsystem. Hur delsystemen delas in avgörs av hur organisationen är fysiskt uppdelad, organisationsstruktur eller andra uppdelningar som är lämpligast ur energikarteringssynpunkt. Ett sätt är att dela in organisationen i produktionsprocesser och stödprocesser. Det är viktigt att delsystemen tillsammans innehåller alla energianvändare som krävs för att ge en representativ bild av organisationens totala energikonsumtion. Om någon energianvändning undantas från kartläggningen ska det dokumenteras och motiveras (*STEMFS 2014:2 4 § och ET2015-07 Vägledning energikartläggning i stora företag – Inför energikartläggningen*).



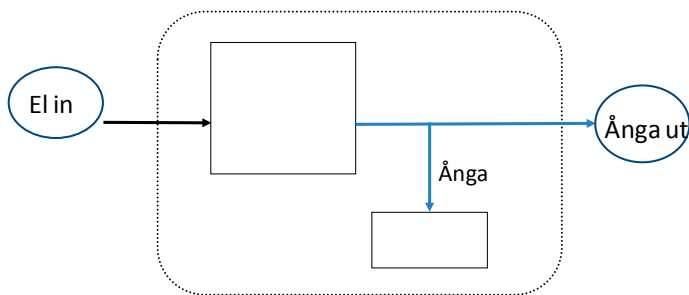
Figur 1 Exempel på ett helt system

Pilarna visar total energi in och ut för olika energibärare. Uppdelning i delsystem som tillsammans innehåller all energianvändning.

3.3 Energikartering av delsystem

Energikonsumtionen för delsystemen tas fram genom att kartera energibärare in till och ut från delsystemet. Här ska de energibärare som genereras internt och används som energibärare vara med (till exempel ånga, varmvatten, restgaser och bränslen). Energiförluster, så som varma rökgasflöden och varmt vatten till avlopp ska inte vara med i energikarteringen. De flödena kan dock bli intressanta att studera vid den detaljerade analys som görs senare för att identifiera åtgärder.

Vissa energibärare kan både genereras och konsumeras inom ett delsystem och blir inte medräknat i ingående och utgående energibärare, se Figur 2, men de kommer att ingå i den detaljerade analysen av delsystemen som görs för att identifiera åtgärder.

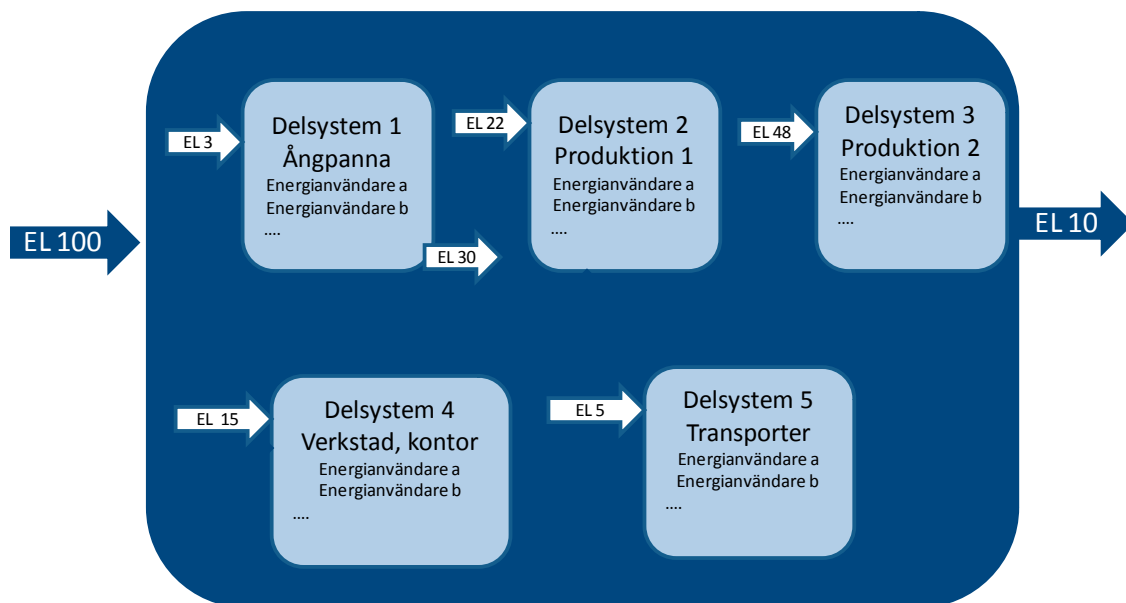


Figur 2 Exempel på delsystem

Endast de energibärare som passerar systemgränsen (inringad) ska vara med i energikarteringen. Användning inom delsystemet analyseras vid detaljerad analys av delsystemet.

3.4 Kontroll: Behövs mer data?

När man summerar energikonsumtion av de olika energibärarna till och från alla delsystem går det att göra en kontroll för att se att alla energibärare som går in till systemet eller genereras internt har en användare eller går ut ur systemet. I Figur 3 visas ett exempel för el till och från hela systemet och till och från respektive delsystem.



Figur 3 Exempel på kontroll av energikonsumtionen för energibäraren el i GWh per år
Kontrollen visar att flödet av energibärare in och ut från delsystemen skiljer sig från det totala värdet för hela systemet. Se Tabell 1.

Tabell 1 visar summering av all el till och från de olika delsystemen som ska stämma överens med det som beräknats för total tillförsel och försäljning av el. Summering blir en bra kontroll av hur fullständig informationen är om hur elen fördelas mellan delsystemen. I exemplet i Figur 3 är nettokonsumtionen i delsystemen bara 63 GWh per år jämfört med 90 GWh per år om man ser på hela systemet, se uppställning i Tabell 1. De olika sätten att räkna kommer troligen sällan stämma helt, men skillnaden får inte vara för stor. I exemplet behövs därför en mer noggrann uppskattning av elkonsumtionen i de separata delsystemen för att få en tillräckligt bra energikartering.

Tabell 1 Exempel på kontroll av elanvändning i delsystem, se Figur 3.

En kontroll görs för varje energibärare för att säkerställa att rätt värden är givna för energi in till delsystemen. Här skiljer det 27 GWh/år vid kontrollen, det innebär att det finns behov av bättre mätning av energi till och från delsystemen.

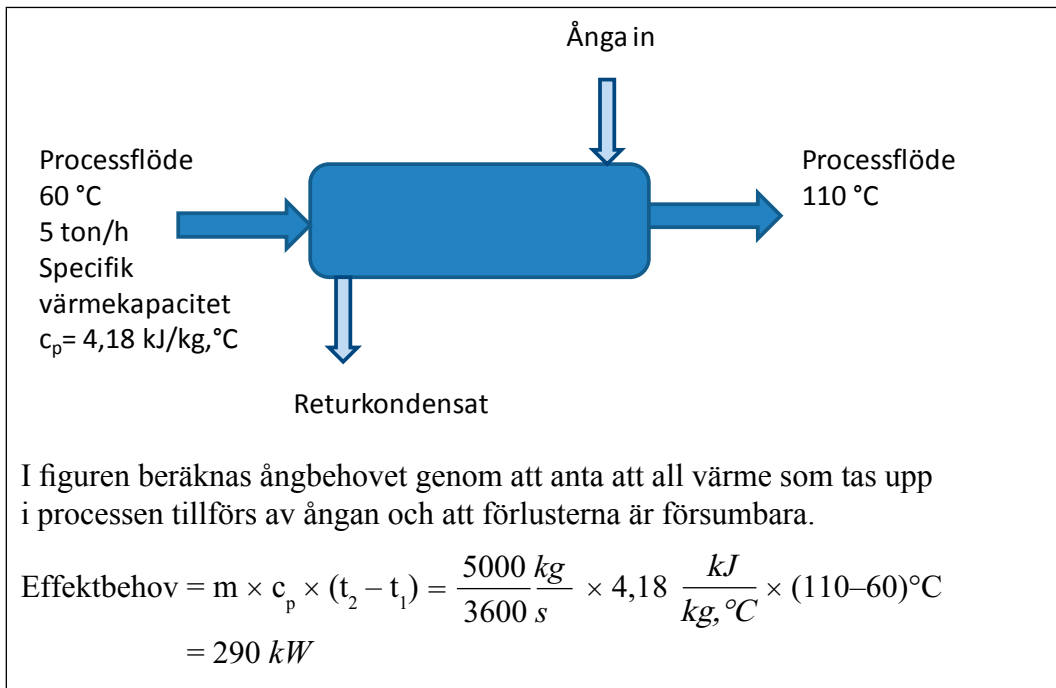
Elektricitet [GWh/år]					
Hela systemet			Delsystem		
	in	ut		in	ut
Totalt	100	10	1 Ångpanna	3	30
			2 Produktion 1	22	
			3 Produktion 2	48	
			4 Verkstad, kontor	15	
			5 Transporter	5	
				93	30
in – ut	90		in – ut	63	

Det är vanligt att det inte görs separat mätning av el till alla användare. För att kunna fördela elanvändningen till rätt delsystem kan man då uppskatta användningen utgående från installerad effekt och drifttid.

Om det saknas mätning på hur ångkonsumtionen fördelas mellan olika användare kan det vara enklare att mäta kondensatflöden. En annan metod som kan fungera är att uppskatta ånganvändningen genom att mäta värmeupptaget i processen, Exempel 1. På processidan kan det finnas mer mätdata om flöden och temperaturer.

Energibärare mäts inte alltid i energienheter. Ånga kan anges i ton per timme och tryckluft i m³ per timme. Energikarteringen går då att göra med dessa enheter.

Exempel 1 Beräkning av ångbehov för utrustning



4 Analys och förslag till åtgärder

Vid identifiering av åtgärder behövs fler och mer detaljerade data för enskilda användare och system. En beskrivning av delsystemen och en lista över den energianvändning som finns i delsystemet är en hjälp för att identifiera betydande energianvändare. Det är de betydande energianvändarna som ska analyseras för att identifiera åtgärder (se avsnitt 4.2)

4.1 Energianvändningen i delsystemen

4.1.1 Beskriv delsystemen

Börja med en kort beskrivning av verksamheten i delsystemet (produktionskapacitet, processer, arbetsmoment), byggnader som ingår (yta, typ av byggnad, ålder) och eventuella transporter som görs i delsystemet.

Beskriv sedan de energianvändare som finns i delsystemet. Beskrivningen kan göras i en lista över användare och gärna med ett tillhörande blockschema om det är ett materialflöde som ska beskrivas. Om det finns uppgifter om användarnas energikonsumtion så är det bra att redan från början inkludera det i beskrivningen av delsystemet och ange hur det är framtaget. Om det finns användare som inte tas med så ska det dokumenteras och motiveras i rapporten. Tabell 2 visar ett exempel på energianvändare i delsystemet "Lagret".

Det kan vara lämpligt att genomföra det obligatoriska platsbesöket i samband med att delsystemen ska beskrivas. Vid besöket fås en uppfattning om energianvändarnas plats i produktionsflödet, hur många timmar de används och varför de behövs. I Bilaga A finns exempel på vad man kan titta efter vid besök i organisationen.

Tabell 2 Exempel på lista över energianvändare i delsystemet "Lagret"

Lagret

- Uppvärmning med internt fjärrvärme, 200 MWh per år
- Fläktar för ventilation och fördelning av värme
 - FL005: 20 kW
 - FL014: 3 kW
- Truckar 3 stycken (en el och två gasdrivna)
- Travers
- Belysning
- Litet kontor med en skrivare och en datorterminal
- Kylaggregat för att kyla kontor sommartid

Varmvatten till kontorets toalett undantas, liten användning.

4.1.2 Ta fram ytterligare data

Ta fram data för de identifierade användarnas energikonsumtion eller andra uppgifter som gör det möjligt att uppskatta energikonsumtionen (till exempel effektbehov, drifttimmar och energiförändring i procesströmmen där energin används). I sammanställningen ska även interna energibärare inkluderas i energikonsumtionen för energianvändare (energibärare som både genereras och konsumeras inom systemet, exempelvis det interna ångflödet inom delsystemet i Figur 2). Energiförluster för de analyserade användarna, så som avloppsströmmar eller rökgaser som skulle kunna utnyttjas som värmekälla, ska också kvantifieras.

Använd listan med energianvändare för att göra noteringar, till exempel en generell bedömning av energikonsumtion, behov av mer mätning och potential för förbättring, se Tabell 3.

Fördela den använda energin på energibärare och kategorisera i grupperna verksamhet, byggnad och transport.

Genom att göra en besiktning av delsystemet eller anläggningen när produktionen står stilla, så kallad nattvandring eller stoppvandring, erhålls en bild av hur mycket energi som används när det inte är någon verksamhet i anläggningen. Då är det lättare att upptäcka utrustning som är på i onödan, t.ex. ventilation, kompressorer, belysning och fläktar.

Tabell 3 Exempel på en utvecklad lista över energianvändare

Exempel på hur man kan börja analysen för att se vilka kompletteringar som behövs för att identifiera betydande energianvändare

Lagret			
	Kategori	Energi	Kommentar
Uppvärmning med internt fjärrvärme	Byggnad	200 MWh internt fjärrvärme (mätare F43 in till lager)	Hur produceras fjärrvärmen? Finns det ett värmeöverskott som måste kylas bort som skulle kunna användas istället?
Fläktar för ventilation och fördelning av värme	Byggnad	Data om effekt finns	Här kan det finnas potential. Undersök hur ventilationen styrs.
3 truckar (en el och två gasdrivna)	Transport		Gör uppskattning av hur mycket de drar. Redovisas som transport.
Travers	Verksamhet		Hur mycket används den? Effektbehov – hur mycket energi drar den per år?
Belysning	Byggnad		Här kan det finnas besparing att göra. Vilken typ av armatur/lampor används?
Litet kontor med en skrivare och en datorterminal	Verksamhet		Troligen liten konsumtion – avvakta
Kylaggregat för att kyla kontor sommardag	Byggnad		Finns det behov av kyla på fler ställen, finns det anledning att se på en bättre lösning för kyla i organisationen?

I nästa steg ska delsystemens betydande energianvändare identifieras och analyseras för att ta fram åtgärdsförslag. Ytterligare mätningar eller beräkningar kan behöva göras för att få tillräckligt underlag för att identifiera vilka energianvändare som är betydande.

4.2 Identifiera betydande energianvändare

När tillräcklig data har tagits fram så ska det gå att bestämma vilka energianvändare som anses vara mest betydande och som ska analyseras noggrannare. Metoden för att bestämma vilka som är betydande energianvändare ska bestämmas av företaget (ISO 50001-3.27).

Betydande energianvändare är enligt definitionen i ISO 50001 en energianvändning med ansevärd energikonsumtion och/eller energianvändare där potentialen för förbättring av energiprestanda är stor.

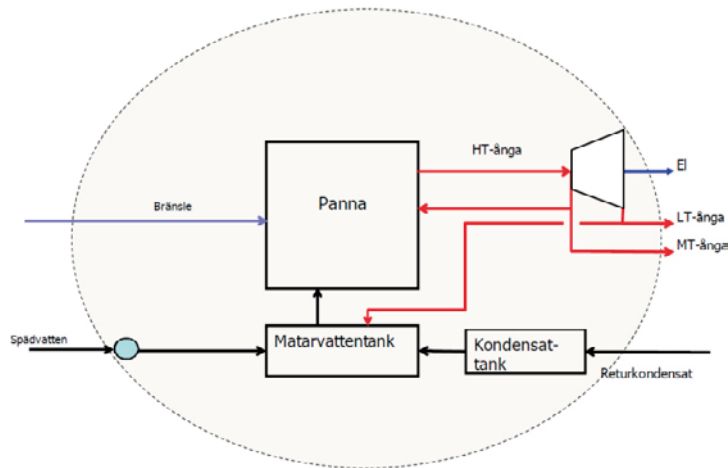
4.3 Detaljerad analys – Åtgärdsförslag

För att kunna identifiera kostnadseffektiva energieffektiviseringsåtgärder så krävs en analys av de utrustningar eller system som valts ut som betydande energianvändare. Den lista som togs fram i 4.2 *Identifiera betydande energianvändare*, innehåller delsystem med stor energikonsumtion, enskilda stora energianvändare eller energianvändare som erfarenhetsmässigt (se Bilaga B) ofta har stor besparingspotential.

Organisationen har fyra år på sig att göra den detaljerade analysen för de betydande energianvändarna. När energikartläggningen görs inom ett ledningssystem så kan systemets regler sätta en kortare tidplan än vad lagen kräver, exempelvis 3 år för ISO 50001. I kartlägningsrapporten ska det finnas en plan på när i tiden som den detaljerade analysen för olika delar ska genomföras. Börja med de användare som är mest betydande ur energieffektiviseringssynpunkt.

4.3.1 Faktorer som påverkar energikonsumtionen

Börja med att identifiera vilka faktorer som påverkar energikonsumtionen. Det är då bra med en skiss av systemet eller objektet som ska analyseras. Beskriv både energiflöden och eventuella processflöden. Använd all tillgänglig information om variationer i tid, installerad effekt och energitillförsel vid olika produkter. Ny statistik och nya variabler kan behöva tas fram för att förstå systemet tillräckligt för att kunna identifiera faktorer som påverkar energikonsumtionen. Exempel på detta är mer frekventa mätningar av processflöden, temperaturer, produktmix och lastkurvor.



Figur 4 Betydande energianvändare

Det underlättar med en skiss över det objekt eller system som analyseras.

Faktorer som påverkar energikonsumtionen kan identifieras genom att se på kapacitetsutnyttjande, tekniken, omgivningarna, materialet som bearbetas eller de rutiner och arbetsmetoder som används i delsystemet. För byggnader kan det vara hur många som vistas i lokalerna, hur solen skiner in och när. För transporter kan det, förutom fordonets prestanda, vara körsätt och hur fullastade fordonen är.

Från lastkurvor eller mer detaljerad mätning av tillförd energi syns när i tiden energin tillförs. Det kan bli användbart när man vill analysera hur energianvändningen samvarierar med produktion, utomhustemperatur, råvaror eller andra faktorer som har identifierats ovan.

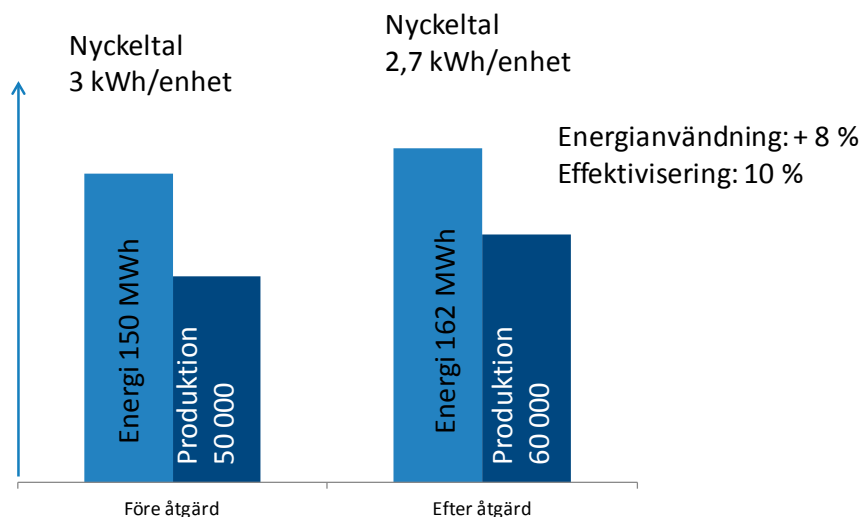
Energieffektivitet är ett mått på energianvändning per producerad vara. Vikten av att i första hand tillverka bra produkter och även att omarbete istället för att kassera spill är därför en viktig faktor som påverkar energieffektiviteten.

4.3.2 Identifiera åtgärder

Genom att utgå från de faktorer som påverkar energikonsumtionen och med hjälp av mer detaljerade data för den betydande energianvändaren så ska åtgärder identifieras och potentialen för energieffektiviseringsåtgärder beräknas. Även om inget konkret åtgärdsförslag kan identifieras så bör man dokumentera resonemanget vid analysen. Det är värdefullt för att visa på att man har övervägt alternativ, men framför allt för att behålla den kunskap som inhämtats i samband med kartläggningen.

En energieffektiviseringsåtgärd kan ge en sänkning av den totala och/eller den specifika energikonsumtionen.

Det kan vara svårt att veta vilken som är den mest betydande energianvändningen, var de mest kostnadseffektiva åtgärderna finns och var man ska börja ta fram åtgärder. Börja därför med någon åtgärd som troligtvis är kostnadseffektiv. Efterhand som kartläggningsarbetet pågår kommer mer förfinad kunskap om energianvändningen komma fram och även förbättra möjligheten att identifiera de mest kostnadseffektiva åtgärderna.



Figur 5 Energieffektivisering

En energieffektiviseringsåtgärd kan öka energikonsumtionen om produktionen ökar samtidigt, så att den specifika energikonsumtionen (energi per enhet) minskar.

Försök att vara specifik vid beskrivning av åtgärd och beskriv så detaljerat som det går, det är då större chans att en åtgärd blir genomförd. I stället för att skriva ”Minska användningen av el till belysning” försök uttrycka hur – ”Minska användning av el till belysning genom att byta alla lysrör av modell X och gör en inventering av vilka områden inom anläggning B som är lämpliga för installation av närvarostyrd belysning.”

Exempel på åtgärder:

- Utbildning av personal och översyn av driftsrutiner
- Byte av utrustning
- Processintegration, extern och intern
- Förändrad produktionsprocess
- Förändrad energiförsörjning, inklusive mottrycksproduktion
- Förbättrad driftsplanering
- Förbättrade styr- och reglersystem

I litteraturen finns sammanställningar med förslag på vilken typ av åtgärder det finns inom olika användningsområden. I Bilaga B ges fler konkreta tips och användbara referenser. I Bilaga C finns exempel på hur vanliga åtgärder i byggnader kan identifieras.

4.3.3 Kontrollera effekten av åtgärden på andra system

När en åtgärd identifieras ska hela systemet som energianvändaren ingår i vara med i analysen för att se hur åtgärden påverkar övriga delsystem. Till exempel kan en minskning av en värmeförlust påverka processen längre fram så att mer värme måste tillföras i en annan del av systemet.

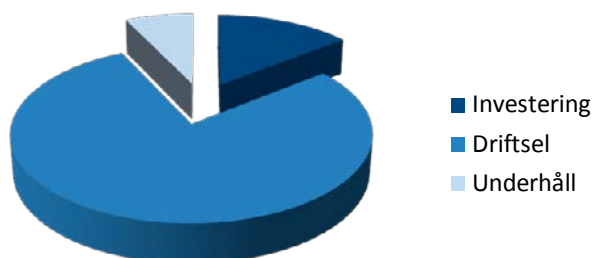
4.4 Lönsamhetskalkyl

En energikartläggning ska innehålla förslag till kostnadseffektiva åtgärder såväl för att spara energi som för att effektivisera energianvändningen. Därför ska en lönsamhetskalkyl göras för varje åtgärdsförslag. EKL anger att lönsamhetskalkylen i första hand ska vara baserad på livscykelkostnadsanalys, och om det inte är möjligt på beräkning av återbetalningsperiod. Lönsamhetsberäkningarna ska vara detaljerade och validerade (Förordning 2014:347 8 §).

Vissa effekter av en förändring kan vara svårt att kvantifiera ekonomiskt, men kan beskrivas i ett beslutsunderlag och eventuellt uppskattas ekonomiskt. Exempel: bättre arbetsmiljö, hälsoeffekter, inomhusklimat, färre risker, minskad trafik, minskad klimatpåverkan, effektivare produktion och lokala arbetstillfällen.

4.4.1 Livscykelkostnad (LCC)

För att beräkna LCC måste en brukstid för investeringen och en kalkylränta bestämmas³. Kostnader för drift och underhåll kan varieras under brukstiden. Resultatet av beräkningen ger den totala kostnaden under brukstiden och måste därför jämföras med ett alternativ. Alternativet kan vara en annan investering, se Exempel 2 eller alternativet att inte göra något, se Exempel 3.



Figur 6 Livscykelkostnad

Energianvändning kan vara en stor del av livscykelkostnaden.

Om kostnaden för drift och underhåll inte varierar i tiden kan man vid beräkning av livscykelkostnaden använda en faktor för att bestämma summa nuvärde. Nusummeffaktorn, som ges i Tabell 4, multipliceras med den årliga kostnaden för drift och underhåll samt läggs till investeringen för att få totala kostnaden under livscykeln.

³ Bestäms av företaget. För PFE fanns riktvärdet att skillnaden mellan kalkylränta och inflation inte bör vara större än 5 %.

Exempel 2 Exempel på livscykelkostnad

Beskrivning av beräkning av livscykelkostnad för två alternativa investeringar

Val mellan två olika utrustningar: Alt 1 och Alt 2	
Brukstid 20 år }	Nusummefaktor:
Kalkylränta 6 %	11,47
Alt 1 – Investering	5000 kr
Drift&UH	850 kr/år
Alt 2 – Investering	3000 kr
Drift&UH	1200 kr/år
Total livscykelkostnad för Alt 1: $5000 + 850 \times 11,47 = 14\,750$ kr	
Total livscykelkostnad för Alt 2: $3000 + 1200 \times 11,47 = 16\,760$ kr	

Exempel 3 jämför en föreslagen åtgärd med att inte göra något. Även här används nusummefaktorn för att beräkna nuvärdet av den besparing som görs.

Här ges även exempel på beräkning av rak återbetalningstid.

Exempel 3 Exempel på livscykelkostnad och återbetalningstid

Beskrivning av livscykelkostnad för att utvärdera om man ska genomföra en åtgärd, jämfört med att inte göra något

Livscykelkostnad
Utvärdering av åtgärdsförslag: Förvärmning med varmt avloppsvatten, installation av värmeväxlare
Installationskostnad: 50 000 kr
Brukstid 20 år, Kalkylränta 6 % ger nusummefaktor 11,47 i Tabell 4
Minskad driftkostnad jämfört med att inte göra åtgärden: 6 500 kr per år
Nuvärde av besparingen: $11,47 \times 6\,500 = 74\,555$ kr
Besparingen under 20 år är större än installationskostnaden varför det är fördelaktigt att genomföra åtgärden.
Återbetalningstid
Återbetalningstid: $50000/6500 = 7,7$ år

I dessa exempel ingår ingen inflation och priserna är reala.

Tabell 4 Nusummefaktor

En faktor baserad på brukstid och kalkylränta som kan användas om kostnaderna är samma varje år under brukstiden.

Brukstid	Kalkylränta											
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	15%
2	2.00	1.97	1.94	1.91	1.89	1.86	1.83	1.81	1.78	1.76	1.74	1.63
3	3.00	2.94	2.88	2.83	2.78	2.72	2.67	2.62	2.58	2.53	2.49	2.28
4	4.00	3.90	3.81	3.72	3.63	3.55	3.47	3.39	3.31	3.24	3.17	2.85
5	5.00	4.85	4.71	4.58	4.45	4.33	4.21	4.10	3.99	3.89	3.79	3.35
6	6.00	5.80	5.60	5.42	5.24	5.08	4.92	4.77	4.62	4.49	4.36	3.78
7	7.00	6.73	6.47	6.23	6.00	5.79	5.58	5.39	5.21	5.03	4.87	4.16
8	8.00	7.65	7.33	7.02	6.73	6.46	6.21	5.97	5.75	5.53	5.33	4.49
9	9.00	8.57	8.16	7.79	7.44	7.11	6.80	6.52	6.25	6.00	5.76	4.77
10	10.00	9.47	8.98	8.53	8.11	7.72	7.36	7.02	6.71	6.42	6.14	5.02
15	15.00	13.87	12.85	11.94	11.12	10.38	9.71	9.11	8.56	8.06	7.61	5.85
20	20.00	18.05	16.35	14.88	13.59	12.46	11.47	10.59	9.82	9.13	8.51	6.26

4.4.2 Prioritera åtgärdsförslagen

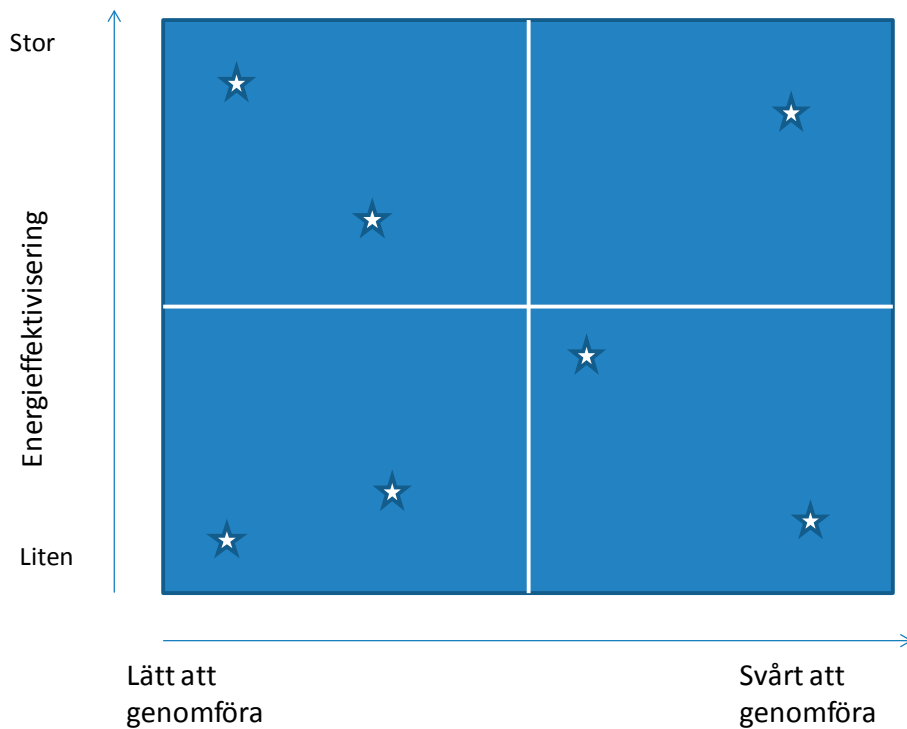
Organisationen ska bestämma vilka kriterier som avgör om det är en kostnads-effektiv åtgärd och hur prioriteringen av vilka åtgärder som ska genomföras ska göras. Hänsyn tas till kända kommande förändringar som nedläggningar eller förändringar av processavsnitt, ombyggnader och andra faktorer som är miljö- eller arbetsmiljörelaterade.

I vilken ordning de kostnadseffektiva energieffektiviseringsåtgärderna ska göras kan bero på många faktorer. Det kan vara lämpligt att:

- samordna åtgärder av liknande typ på olika delar av organisationen (uppvärmning – värmeåtervinning)
- göra åtgärder som kan samordnas i en process som är planerade för ombyggnad
- genomföra väldigt lönsamma investeringar

Ett sätt att göra prioriteringen kan vara genom ett enkelt fyrfältsdiagram som visas i Figur 7. Längs x-axeln är olika värden på hur lätt det är att genomföra. Det kan till exempel bero på kostnaden för åtgärden eller produktionstekniska orsaker.

Här blir det tydligt att åtgärder som hamnar i det övre vänstra hörnet bör finnas högt på prioriteringslistan men behöver utvärderas mot uppställda kriterier.

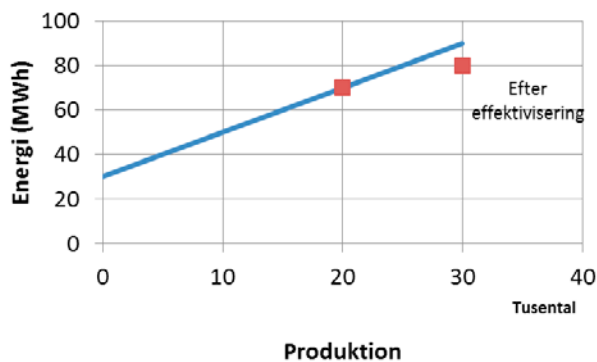


Figur 7 Exempel på beslutsverktyg

Det behöver inte vara en komplicerad modell för att göra prioriteringen av vilka åtgärder som ska genomföras.

4.4.3 Uppföljning av genomförda åtgärder

Efter att åtgärder har genomförts så ska resultatet utvärderas och jämföras med det förväntade utfallet om åtgärden inte hade genomförts. För att kunna uppskatta den förväntade energikonsumtionen krävs historiska data och kunskap om vad det är som driver energikonsumtionen. I verksamheten kan det vara produktionstakt, i byggnader utomhustemperaturen. I mer komplexa system kan en simuleringsmodell vara värdefull för att erhålla ett värde på energikonsumtionen om åtgärden inte genomförs.



Figur 8 Exempel på energikonsumtionens variation med produktionsvolymen
Den blå linjen visar sambandet baserat på historiska data

I Figur 8 visas ett exempel där produktionen har ökat från 20 till 30 tusen enheter. I samband med produktionsökningen genomfördes även en energieffektiviseringsåtgärd. Baserat på historiska data var förväntad energikonsumtion vid en produktion av 30 tusen enheter 90 MWh. Den uppmätta energikonsumtionen var dock endast 80 MWh. Energieffektiviseringsåtgärden minskade alltså konsumtionen med 10 MWh. Det är alltså en effektiviseringsåtgärd trots att den totala energianvändningen ökat, jämför med exemplet i Figur 5.

Resultaten av genomförda åtgärder och åtgärdernas effekter ska redovisas i nästa energikartlägningsrapport, STEMFS 2014:2 7 §.

5 Rapportering

Energikartläggningen ska redovisas i en rapport. Rapporten ska finnas tillgänglig på begäran vid tillsyn. Endast begränsad och aggregerad information ska redovisas direkt till Energimyndigheten.

5.1 Kartlägningsrapport

6§ Rapporten avseende energikartläggningen ska göras enligt internationell ISO-standard, europeisk EN-standard eller svensk SS-standard eller motsvarande som innehåller krav på energikartläggning i enlighet med lagen om energikartläggning i stora företag.

7§ Kostnadseffektiva åtgärder som identifierats och genomförts efter energikartläggningen samt åtgärdernas effekter ska dokumenteras i rapporten för att möjliggöra uppföljning och utvärdering.

STEMFS 2014:2

Kartlägningsrapporten ska finnas tillgänglig hos organisationen. Ett förslag till innehåll visas i Tabell 5.

5.1.1 Bakgrund

I detta avsnitt ska det beskrivas vad kartläggningen omfattar, hur den har genomförts och vilka metoder som har använts. Det ska framgå vilka metoder som har använts för att avgöra vilka energianvändare som är betydande, för att beräkna lönsamheten och hur prioriteringen gjorts av åtgärdsförslagen.

Här kan även finnas en allmän beskrivning av anläggningen och en sammanfattning av historiska data om produktion, specifik energianvändning och en beskrivning av gjorda och beslutade förändringar i organisationen.

5.1.2 Kartläggning

I rapporten redovisas resultatet av energikarteringen, vilka data som ligger som underlag till energikarteringen och hur de har tagits fram. Detaljerad information om hur mätdata har tagits fram kan redovisas i bilagor till rapporten.

Resultatet av energikarteringen är total energi in (och ut) för alla energibärare till organisationen, uppdelat på byggnader, verksamhet och transporter. Redovisa även energikonsumtion för olika delsystem av organisationen. Förklara osäkerheter i energikarteringen och beskriv vilka antaganden som har gjorts.

Beskriv hur betydande energianvändare har identifierats och hur planen för analys av betydande energianvändning ser ut, om inte all betydande energianvändning analyserats under första året.

Redovisa resultatet av den detaljerade analysen av de betydande energianvändarna. För den detaljerade analysen ska indata som använts och antaganden som gjorts vara väl dokumenterade, och den detaljerade beräkningen kan presenteras i bilagor till rapporten.

5.1.3 Energieffektiviseringsförslag

Rapporten ska innehålla en lista över de åtgärdsförslag som identifierats. För varje åtgärdsförslag så ska även beräkningar för att bestämma energibesparing och lönsamhet finnas tillgängliga. Beskriv i rapporten hur åtgärderna har prioriterats.

Rapporten ska även innehålla en beskrivning av kostnadseffektiva åtgärder som har identifierats och genomförts efter kartläggning samt effekterna av åtgärderna.

Tabell 5 Förslag till innehåll i rapporten

Förslag på innehållsförteckning för kartlägningsrapporten (hämtat från avsnitt 5.6 i SS EN 16247-1)

Sammanfattning
Rankning av energieffektiviseringsåtgärder Föreslagna handlingsplan för genomförande
Bakgrund
Allmän information om organisation och använda metoder vid kartläggning Omfattning av kartläggningen Beskrivning av verksamheten och ingående objekt
Kartläggningen
Beskrivning av energikartläggningen, omfattning, mål, genomförande och tidsschema Information om datainsamling Nuvarande mätningar Uttalande om vilken typ av data som används (vilka som är uppmätta vilka som är uppskattade) Kopia av viktiga indata och kalibreringsstatus där det är lämpligt Analys av energikonsumtion och identifiering av betydande energianvändare Kriterier för prioritering av energieffektiva åtgärdsförslag
Energieffektiviseringsförslag
Föreslagna åtgärder, rekommendationer, handlingsplan Antaganden som har använts vid analys av åtgärdsförslag och hur det påverkar noggrannheten i beräkningarna Information om möjliga bidragsprogram vid energieffektivisering Lönsamhetskalkyl Beskriv hur olika föreslagna åtgärder kan påverka varandra Mätningar och utvärderingsmetod som kan användas för att bedöma resultatet av åtgärden
Slutsatser

5.2 Levande dokument

Mycket av den information som tas fram i samband med en energikartläggning kan vara till nytta i andra sammanhang. Kartlägningsrapporten kan användas till att hämta beskrivningar av verksamheten och statistik över energianvändning för att använda som utbildningsmaterial, informationsmaterial externt och internt i organisationen. Kartläggningen ska göras minst vart fjärde år enligt EKL. Delar av informationen i kartlägningsrapporten kan man vilja ha mer frekvent uppdatering av. Till exempel kanske man vill ha mer regelbunden uppföljning av energianvändning, energikonsumtion och kontinuerlig uppföljning av åtgärdernas status under året.

En användarvänlig och illustrativ kartlägningsrapport och ett bra system för att samla in ny information i ett levande dokument ger ett bra underlag för informationsspridning. Dessutom underlättas uppföljning under perioden och inte minst arbetet med att ta fram en ny energikartläggning till nästa period.

Bilaga A: Att titta på vid rundvandring

Verksamhet

- Notera om energi uppenbart slösas bort
 - Exempel – maskiner på tomgång, läckage av luft, ånga m m.
- Kontrollera utrustning i behov av underhåll
 - Exempel – saknad isolering, oljud, rostiga reglage m m.
- För energianvändare med stor energikonsumtion
 - Diskutera med operatörer – hur kan körsätt påverka energianvändningen? vilka driftsinstruktioner finns?
- Notera idéer om energieffektiviseringsåtgärder som kan följas upp senare
- Notera om det finns avvikelser från den preliminära skissen över delprocessen

Transporter

- Status på fordon – underhåll, ålder, miljöklass
- Sök information om system för användning av fordon, till exempel uppföljning av underhåll, kontroll av bränsleanvändning, utbildning av förare.

Byggnad

- Vilka tekniska underhållssystem som försörjer byggnaden (typ av ventilations-, belysnings-, värme- och kylsystem)
 - stödsystemens drifttider och eventuella reglervillkor
 - stödsystemens tekniska prestanda; ex. fläktars godhetstal, värmeåtervinningsgrad, m m
 - ventilationsflöden
 - bedöm möjlighet till behovsstyrd ventilation, s.k. VAV
 - börvärden för rumstemperaturen
 - räkna belysningsarmaturer och notera dess effektbehov
 - bedöm möjlighet till behovsstyrd belysningsreglering
- Byggnadsskalets prestanda
 - typ av fönster, storlek och skick
 - typ av fasad, fönster, tak (bedömning av U-värde) och skick
 - tätninglistor runt fönsteröppningar, m m
 - portars skick och reglering
 - placera ut loggande temperaturgivare i vistelsezoner i lämpliga rum

- Vilka verksamheter som ryms i byggnaden och var
- Räkna apparater såsom datorer, skärmar, kylskåp, m m och notera dess effektbehov
- Bedöm antal personer i respektive del av byggnaden och deras närvarotider
- Produktions-/verksamhetstider för respektive del av byggnaden
- Analys av energistatistiken från energikarteringen, gärna med dygnsupp-lösning för att hitta eventuellt omotiverade el-, kyl – och värmelaster
- Nattvandring, om ej nattskift, där allt som står på noteras för eventuell avstängning
- Kontakter med några brukare för eventuella frågor senare

Bilaga B: Förslag på åtgärder

Eleffektivisering

I Tabell B1 visas på områden och åtgärder som kan vara aktuella i system som drivs av el.

Tabell B1: Eleffektiviseringsåtgärder

	Användning	Distribution	Reglering	Underhåll	Produktion
Tryckluft	<ul style="list-style-type: none"> Minska slöseri (använd effektiv utrustning, stäng av när den inte är i bruk) 	<ul style="list-style-type: none"> Minska tryckfall vid distribution Optimera användning och placering av tryckluftsbehållare 	<ul style="list-style-type: none"> Anpassa produktionen efter behovet Installera nödvändig mätning för bra styrning 	<ul style="list-style-type: none"> Regelbundet underhåll Minska läckaget 	<ul style="list-style-type: none"> Mer effektiva kompressorsystem Rätt kvalitet (övertorka inte) Rätt tryck Återvinn kompressorvärmn
Kompressor-kylsystem	<ul style="list-style-type: none"> Reducera värmeinläckage till kylda utrymmen 	<ul style="list-style-type: none"> Isolera rörledning, armaturer och tankar 	<ul style="list-style-type: none"> Anpassa produktionen efter behovet Optimera användningen av bufferttankar/kyllager Installera nödvändig mätning för bra styrning 	<ul style="list-style-type: none"> Regelbundet underhåll Rengör värmväxlarytor Avfrostning 	<ul style="list-style-type: none"> Effektivare kylkompressorer Använd frikyla Minimera temperaturskillnaden mellan förångning och kondensering Återvinn kondensorvärmn
Pumpar	<ul style="list-style-type: none"> Kontrollera/reducera behovet Minska slöseri (stäng av utrustning när den inte är i bruk) 	<ul style="list-style-type: none"> Minska tryckfallet i rörsystemet 	<ul style="list-style-type: none"> Anpassa produktionen efter behovet Installera nödvändig mätning för bra styrning 	<ul style="list-style-type: none"> Regelbundet underhåll av rörsystem Täta läckor Återställ regelbundet pumpens toleranser 	<ul style="list-style-type: none"> Mer effektiva pumpar Modifiera eller byt ut överstora pumpar Mer effektiva motorer och drivsystem
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> Se över behovets variation i tiden Separera process- och allmän-ventilation 	<ul style="list-style-type: none"> Kontrollera dimensionering och balansering Återvinn värme 	<ul style="list-style-type: none"> Anpassa produktionen efter behovet Installera nödvändig mätning för bra styrning 	<ul style="list-style-type: none"> Rengör filter och kanalsystem regelbundet Åtgärda läckor 	<ul style="list-style-type: none"> Mer effektiva fläktar Byt ut överstora fläktar Mer effektiva motorer och drivsystem
Elmotordrifter		<ul style="list-style-type: none"> Undersök behovet av faskompensering 	<ul style="list-style-type: none"> Installera varvtalsstyrning om behovet varierar 	<ul style="list-style-type: none"> Regelbundet underhåll av motor och transmission Köp in ny energieffektiv motor istället för omlindning 	<ul style="list-style-type: none"> Använd inte överstora motorer Använd energieffektiva motorer och transmissioner
Eldistribution			<ul style="list-style-type: none"> Installera faskompensering (reaktiv effektkompensering) Installera övertonsfilter 	<ul style="list-style-type: none"> Regelbundet underhåll (inkl. termografi) Överväg installation av avbrottsfri kraft (UPS) 	<ul style="list-style-type: none"> Använd effektiva transformatorer Byt ut äldre ställverk mot moderna effektiva.

Värmeeffektivisering

Här avses värme som används i verksamheten. Energianvändning i byggnader diskuteras i bilaga C. Generellt skall man först effektivisera användningen, därefter distribution och produktion. Det kan vara en mycket komplex uppgift att analysera och effektivisera produktionens värmeanvändning och ofta behövs speciella process-integrationsmetoder/-verktyg. Här finns därför enbart exempel på enklare åtgärder.

Ångsystem och värmeåtervinning

- Isolera ledningar, armaturer och utrustning
- Kontrollera ångfällors funktion
- Kontrollera dimensionering av ledningar med avseende på tryckfall, avluftning och dränering.
- Kontrollera att ånga till följeledningarna (tracing) inte står på i onödan
- Kontrollera om mängden returkondensat till pannan kan öka
- Rengör värmeväxlare regelbundet
- Kontrollera om det finns effektivare värmeväxlare som kan arbeta med mindre temperaturdifferenser

Effektivisering av förbränningsanläggningar (pannor och ugnar)

- Undersök möjligheterna till att öka verkningsgraden genom
 - bättre styrning av luftöverskott
 - ökad rökgasnedkylning
 - ökad luftförvärmning
- Installera automatisk bottenblåsning
- Återvinn värme ur bottenblåsning
- Förvärm matarvatten
- Minska utstrålningsförluster

Ytterligare information

Energimyndighetens webbshop:

- Krav på pumpar
- Krav på kylaggregat
- Krav på fläktar
- Krav på tryckluftssystem

Energimyndighetens hemsida:

- Så skriver du energikartläggningsrapport – instruktion som följer Energimyndighetens krav för stöd för energikartläggning 2015-07-16 (innehåller många exempel på åtgärdsförslag)
- Mall för handlingsplan för energiledning
- Mall för uppföljning och nyckeltal för företagets energianvändning
- Energikoll i små och medelstora företag

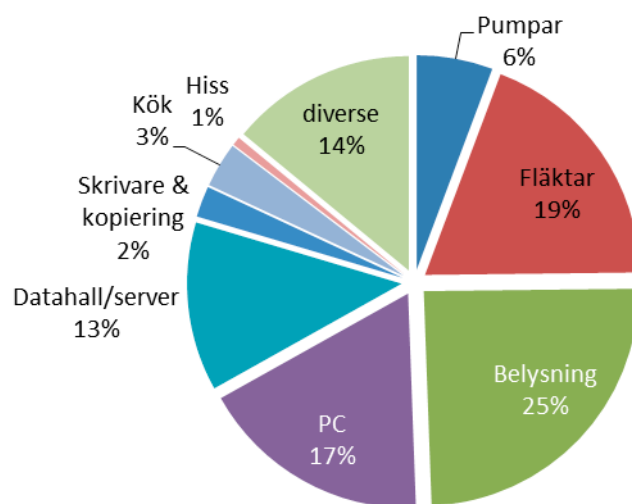
Bilaga C: Energikartering av byggnader och identifiering av åtgärder

Nyckeltal för energikonsumtion i kontorsbyggnader och friliggande lagerbyggnader visas i Tabell C1. För produktionslokaler anges inga nyckeltal eftersom deras energianvändning domineras av produktionsprocessen och det går därför inte att ta fram branschöverskridande nyckeltal. Stödprocesser som belysning och ventilation i produktionslokaler ska dock inte försummas vid kartläggning, eftersom energikonsumtionen där brukar definieras som icke värdeskapande och ska minimeras när ingen verksamhet pågår.

Det är vanligt att mätning av energikonsumtion i en byggnad inte är fördelad på olika användare eller användningsområden. Därför kan det vara användbart med schablonvärden för att kunna göra en uppskattning av energikonsumtionen för olika användare som en utgångspunkt. Nyckeltalen i Tabell C1 är även tänkta att användas som jämförande schablonvärden. Om energikarteringen exempelvis visar att en äldre kontorsbyggnad konsumerar markant mindre energi än vad som anges som normalt i tabellen, då kanske inte just den byggnaden ska prioriteras för energieffektivisering.

Schablonvärdena för kontorsbyggnaderna baseras på nationell statistik, medan värdena för lagerbyggnaderna beräknats fram för två valda orter i avsikt att vara tillgänglig statistik. De valda orterna är Luleå och Jönköping.

Elanvändningen i kontorsbyggnader, som anges i Tabell C1, fördelas *genomsnittligt* enligt diagrammet i Figur C1. Motsvarande fördelning för produktions- och lagerbyggnader finns inte eftersom verksamheten och därmed elkonsumtionen i dessa byggnader skiljer sig åt markant.



Figur C1 Elanvändning i kontorsbyggnad, exklusive el för värme och kyla, baserat på Energimyndighetens statistik för kontorsbyggnader¹.

Tabell C1 Exempel på nyckeltal för kontors- och lagerlokaler.

Data för kontor baseras på nationellt genomsnitt. Data för lager baseras på beräkningar för Luleå (LUL) och Jönköping (JÖN).

Övergripande	Sort	Kontor ¹⁾	Äldre lagerbyggnad ²⁾		Nyare lagerbyggnad ³⁾	
			Rumstemp ≥ 15 °C	Rumstemp ≥ 20 °C	Rumstemp ≥ 15 °C	Rumstemp ≥ 20 °C
Total köpt energi- användning (värme + el)	kWh/m ²	180–220	LUL: 90–115 JÖN: 65–85	LUL: 125–155 JÖN: 100–125	LUL: 50–60 JÖN: 35–45	LUL: 65–85 JÖN: 55–70
Köpt energi för värmning	kWh/m ²	85–105	LUL: 65–85 JÖN: 40–55	LUL: 100–125 JÖN: 75–90	LUL: 30–40 JÖN: 15–25	LUL: 50–65 JÖN: 35–50
Köpt energi för kylning med annat än el	kWh/m ²	25–30 ^A				
Köpt energi för eldriven kylning	kWh/m ²	13–17 ^B				
Detaljerat						
Fastighetsel varav exempelvis... ... belysning ... fläktar ... pumpar ... hiss	kWh/m ²	25–40 ^C 4–6 13–18 4–6 ca 1	3–5		2–3	
Verksamhetsel varav exempelvis... ... belysning ... PC ... skrivare och kopiatorer	kWh/m ²	40–60 17–23 7–10 2–3	20–30 (exkl. ev. maskiner, laddning av truckar ^E , m m)		10–20 (exkl. ev. maskiner, laddning av truckar ^E , m m)	
Ventilationsflöde		ca 10 l/s, person (arbetstid)	0,35 l/sm ² (arbetstid)			
Belysningsintensitet	lux	Kopiering, 300 Läsning, m m: 500 Detaljsarb.: 750	100 lux (genomsnittlig)			
Rumstemperatur ^D	°C	Vinter: 20–24 Sommar: 23–26	Beror på verksamheten och produkterna			

¹⁾ Nyckeltalen baseras på Energimyndighetens nationella statistik för kontorslokaler (STIL 2 – 2006) i hela landet. Nyckeltalen fördelas jämt utifrån medelvärdet ± 10 %, lämpligt avrundat.

²⁾ Beräknad äldre lagerlokal på 7 500 m² med relativt lite värmeisolering, äldre fönster, äldre läckande portar, ventilation utan värmeåtervinning samt omoderna fläktar och belysning. Den undermåliga värmeisoleringen antas vara 15 % bättre för byggnaden i Luleå jämfört med byggnaden i Jönköping.

³⁾ Nyare lagerlokal på 7 500 m² med relativt god värmeisolering, ganska bra fönster, täta moderna portar, ventilation med värmeåtervinning ganska effektiva fläktar och belysning. Värmeisoleringen antas vara 15 % bättre för byggnaden i Luleå jämfört med byggnaden i Jönköping.

^A om enbart kontorsbyggnader med kyla som drivs av annat än el beaktas

^B om enbart kontorsbyggnader med eldriven kyla beaktas

^C exkl. el för ev. kylmaskiner och värmepumpar

^D s.k. operativ temperatur, vilket ibland efterliknas vid *upplevd* temperatur eftersom det även beaktar strålning

^E bedömd mängd "gratisvärme" från truckar har dock tagits med i beräkningarna för mängden köpt värme

Energibesiktning på plats

En besiktning på plats görs för att identifiera möjliga energibesparingsåtgärder, se Bilaga A. Utifrån kunskaper från energikarteringen och besök på plats tas ett antal förslag på kostnadseffektiva åtgärder fram, se förslag i Tabell C2.

Tabell C2 Exempel på åtgärder

Vid renovering eller ombyggnation kan fler åtgärder bli lönsamma, såsom byte av fönster eller tilläggsisolering av fasad.

Typ av åtgärd	Åtgärdsbeskrivning	Resultat
Ventilationsåtgärder		
Anpassa drifttider	Säkerställ att hygienluftflöde upprätthålls arbetstid, därutöver kan ventilation normalt vara helt avstängd, alternativt ha kraftigt reducerade flöden. Installera aktiveringsknappar i exempelvis konferensrum, m m.	EL: minskar VÄRME: minskar KYLA ^A : kan minska
Behovsstyrning (variabel)	Reglera ventilationsflödena med frekvensstyrda fläktar som styrs av temperatur- och CO ₂ sensorer.	
Värmeåtervinning	Installera lämplig värmeåtervinning på frånluften.	EL: ökar något VÄRME: minskar
Anpassa ventilationsflöden till verksamhetstyp	Säkerställ att respektive verksamhet har rätt ventilationsflöde för dagens situation. Kanske har verksamheten förändrats sedan systemet togs i drift. (Åtgärden syftar även till att säkerställa god luftkvalitet)	EL: minskar ^B VÄRME: minskar ^B KYLA ^A : kan minska ^B
Belysningsåtgärder		
Anpassa drifttider	Säkerställer att belysningen enbart används under arbetstid.	EL: minskar
Effektivare belysning	Byt till energieffektivare armaturer, exempelvis T5.	VÄRME: kan öka KYLA ^A : minskar
Behovsstyrning (variabel)	Installera när- eller frånvaroreglering, eventuellt med dagsljus-kompensering	
Klimatskal		
Täta/ersätt äldre portar	Ersätt eller täta äldre portar med nya som är tätare och mer välisolerade. Överväg slussar.	VÄRME: minskar
Reducera portars öppettider	Säkerställ att portar enbart är öppna vid behov vintertid	
Tilläggsisolera tak	Tilläggsisolera tak där så är möjligt.	
Ta bort överflödiga rökluckor	Utred möjlighet att täta/ ta bort rökluckor som inte behövs.	
Installera solavskärmning	Installera fast- eller solljusreglerad utvändigt solavskärmning	
Värmesystem		
Behovsanpassa rumstemperatur	Tillse att respektive verksamhet har erforderlig temperatur	VÄRME: minskar
Injustera	Injustera värmesystemet så att alla utrymmen med liknande verksamhet får samma (erforderlig) temperatur	
Byt termostater	Överväg att byta termostater > 10 år för bättre reglering.	
Komfortkylsystem		
Behovsanpassa rumstemperaturer	Tillse att respektive verksamhet har lämplig temperatur sommartid	VÄRME: minskar
Undvika samtida värmning/kylning	Se över och åtgärda regleringen i syfte att minimera samtida värmning och kylning	VÄRME: minskar KYLA ^A : minskar

^A Avser komfortkyla (främst i kontorslokaler)

^B Om läget innan innebar onödigt höga luftflöden

Räkneexempel: Ventilations- och värmeåtgärder i lagerbyggnad

Antag att lagerlokalen i Jönköping (se Tabell C1) från början var en montagehall där det krävdes en rumstemperatur på 20 °C och ett branschvedertaget ventilationsflöde för verksamheten på 3,4 l/sm². Antag vidare att ventilationen saknade värmeåtervinning och ventilationen av någon anledning alltid var i drift.

Dagens verksamhet klarar sig gott med lägre luftflöde och lägre rumstemperaturnivå. Ett antal olika åtgärder tas fram för lokalen med följande moment och beräknade besparingspotentialer.

Typ av åtgärd	Åtgärdsbeskrivning	Besparing (kWh/m ²)	
Lägre rumstemperatur	Rumstemperaturen sänks till ≥ 15 °C	VÄRME ^A	168
Reducerad fläkttid	Fläktarnas drifttid begränsas med tidur till kl. 07–20 vardagar.	EL ^A	55
		VÄRME ^A	302
Reducerat luftflöde	Ventilationsflödet begränsas till 0,35 l/sm ² .	EL ^A	8
		VÄRME ^A	416
Värmeåtervinning	Frånluften kopplas samman med tilluften via en roterande värmeväxlare med temperaturverkningsgraden 80 %.	EL ^A	2
		VÄRME ^A	325
Nya fläktar	Nya och effektiva till- och frånluftfläktar installeras.	EL ^A	30
Åtgärds paket	Alla åtgärderna genomförs samtidigt	EL ^B	87
		VÄRME ^B	491

^A Jämfört med hur det var från början om enbart denna åtgärd genomförs.

^B Notera att åtgärds paketets besparing är lägre än summan av de separata besparingarna. Detta beror på att åtgärds paketet tar hänsyn till att flera av åtgärderna påverkar varandra.

Räkneexempel: Solavskärmning på kontorsbyggnad

Antag att en relativt stor kontorsbyggnad i Stockholm har 2-glasfönster och en sammanlagd fönsterarea som motsvarar 70 % av fasadarean. Fönstren har sedan tidigare en solskyddande beläggning som halverar inkommande solvärme. Men kylanvändning är ändå hög och brukarna klagat ofta på att solen bländar dem inomhus. Kontorsbyggnaden har fjärrkyla.

För att komma tillrätta med problematiken monteras en utvändigt fast, men relativt diskret, solskärm över varje fönsterparti. Åtgärden medför en årlig kylenergiebesparing på 22 kWh/m² och mer nöjda brukare. Andra solavskärmningstyper kan ge större besparingar än så, men i detta fall ville man ha fast solavskärmning för att slippa underhåll av markiser, etc.

Ett hållbart energisystem gynnar samhället

Energimyndigheten arbetar för ett hållbart energisystem, som förenar ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet.

Vi utvecklar och förmedlar kunskap om effektivare energi-användning och andra energifrågor till hushåll, företag och myndigheter.

Förnybara energikällor får utvecklingsstöd, liksom smarta elnät och framtidens fordon och bränslen. Svenskt näringsliv får möjligheter till tillväxt genom att förverkliga sina innovationer och nya affärsidéer.

Vi deltar i internationella samarbeten för att nå klimatmålen, och hanterar olika styrmedel som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter. Vi tar dessutom fram nationella analyser och prognoser, samt Sveriges officiella statistik på energiområdet.

Alla rapporter från Energimyndigheten finns tillgängliga på myndighetens webbplats www.energimyndigheten.se.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99
E-post registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se