

# Energiförvaltning och energikartläggning med Lean

-en studie av process, teknik, människa och energi

*Håkan Andersson*

---

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet, 2013  
Rapport TVIT--13/5041



## Lunds Universitet

Lunds Universitet, med åtta fakulteter samt ett antal forskningscentra och specialhögskolor, är Skandinaviens största enhet för forskning och högre utbildning. Huvuddelen av universitetet ligger i Lund, som har 112 000 invånare. En del forsknings- och utbildningsinstitutioner är dock belägna i Malmö, Helsingborg och Ljungbyhed. Lunds Universitet grundades 1666 och har idag totalt 6 800 anställda och 47 000 studerande som deltar i ett 280 utbildningsprogram och ca 2 200 fristående kurser.

## Avdelningen för installationsteknik

Avdelningen för Installationsteknik tillhör institutionen för Bygg- och miljöteknologi på Lunds Tekniska Högskola, som utgör den tekniska fakulteten vid Lunds Universitet. Installationsteknik omfattar installationernas funktion vid påverkan av människor, verksamhet, byggnad och klimat. Forskningen har en systemanalytisk och metodutvecklande inriktning med syfte att utforma energieffektiva och funktionssäkra installationssystem och byggnader som ger bra inneklimat.

Nuvarande forskning innefattar bl a utveckling av metoder för utveckling av beräkningsmetoder för godtyckliga flödessystem, konvertering av direktelvärmda hus till alternativa värmesystem, vädring och ventilation i skolor, system för brandsäkerhet, alternativa sätt att förhindra rökspredning vid brand, installationernas belastning på yttre miljön, att betrakta byggnad och installationer som ett byggnadstekniskt system, analysera och beräkna inneklimatet i olika typer av byggnader, effekter av brukarnas beteende för energianvändning, reglering av golvvärmesystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spårgasmetod. Vi utvecklar även användbara projekteringsverktyg för energi och inomhusklimat, system för individuell energimätning i flerbostadshus samt olika analysverktyg för optimering av ventilationsanläggningar hos industrin.

# Energiförvaltning och energikartläggning med Lean

-en studie av process, teknik,  
människa och energi

*Håkan Andersson*

© *Håkan Andersson*  
ISRN LUTVDG/TVIT--13/5041--SE(99)

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet

Box 118  
22100 LUND

# Sammanfattning

- Titel:** Energiförvaltning och energikartläggning med Lean - En studie av process, teknik, människa och energi
- Författare:** Håkan Andersson
- Handledare:** Björn Hermansson, Bengt Dahlgren AB  
Catarina Warfvinge, Avdelningen för Installationsteknik, Institutionen för bygg- och miljöteknologi.
- Examinator:** Dennis Johansson, Avdelningen för Installationsteknik, Institutionen för bygg- och miljöteknologi.
- Problemställning:** Vad innebär Lean utifrån tillämpningarna energiförvaltning och energikartläggning? Hur översätts idéer från Lean till en fastighet med dess pågående verksamhet?
- Syfte:** Med denna rapport skall det utvärderas om det är möjligt att skapa en ny nisch för Lean, benämnt "*Lean energiförvaltning*". Syftet är även att klargöra vad Leans filosofi innebär vid energikartläggning av byggnader.
- Metod:** Denna rapport bygger i huvudsak på en litteraturstudie. Leans filosofi beskrivs och energiprinciper framtages samt begreppet *Lean energiförvaltning* definieras.
- Litteraturstudiens resultat finns i sin tur till grund för kommande workshop, där Leans filosofi skall implementeras i energikartläggning och metoder, enligt Lean, för energikartläggning framtages. Workshopen genomförs i samarbete med företaget Bengt Dahlgren AB. Det är företagets energiexperter som tillsammans med mig tar fram metoder för Lean energiförvaltning.
- Avslutningsvis utvärderas Lean energiförvaltning, med ingående energiprinciper och metoder, genom ett praktiskt besök på Värner Rydénskolan. Här diskuterar jag tillsammans med ovan angivna energiexperter resultatet från workshop och litteraturstudie i mer praktiska termer. Denna avslutning blir ett kvitto på hur väl energikartläggningen fungerar i verkligheten.

**Slutsatser:**

Det är viktigt att se energisituationen från brukarens synvinkel.

Varje energisystem i byggnaden måste kartläggas, både enskilt och i samförstånd med andra energisystem samt analyseras.

Energieffektivisering är inte en ändlig process.

Leans filosofi är aktuell för såväl energikartläggning som energiförvaltning av byggnader.

**Nyckelord:**

Energikartläggning, energieffektivisering, energiförvaltning

# Abstract

- Title:** Energy management and energy audit with Lean - a study of process, technology, human and energy.
- Author:** Håkan Andersson
- Tutor:** Björn Hermansson, Bengt Dahlgren AB  
Catarina Warfvinge, Department of Building Services Engineering, Institution of Civil and Environmental Technology.
- Examiner:** Dennis Johansson, Department of Building Services Engineering, Institution of Civil and Environmental Technology.
- Problem:** What does Lean mean by the applications energy management and energy audit? How can ideas translate from Lean to a building with its ongoing activities?
- Purpose:** With this report, it will be evaluated if it's possible to create a new niche for Lean, called "*Lean energy management*". The purpose is also to clarify what Lean's philosophy means for the energy audit of buildings.
- Method:** This report is mainly based on literature. Lean's philosophy is described and energy principles are retrieved. The concept "*Lean energy management*" is also defined.  
  
The results of the literature is the bases for a future workshop, where Lean's philosophy shall be implemented in energy audit. Methods for energy audit are also retrieved. The workshop is held by the company *Bengt Dahlgren AB*. People from Bengt Dahlgren AB and I will together find out methods for Lean energy management.  
  
Finally Lean energy management is evaluated, with depth energy principles and methods, during a visit at the Värner Rydén school. Here I and the people from Bengt Dahlgren AB will discuss the results from the workshop and the literatures in the reality. This conclusion is a confirmation of how well the energy audit works in reality.
- Conclusions:** It is important to see the situation from the users point of view.  
  
Every energy system in the building must be mapped and analyzed.  
  
Energy efficiency is not a finite process.  
  
Lean's philosophy is topical for both energy audit and energy management of buildings.
- Keywords:** Energy audit, energy efficiency, energy management





## **Förord**

Detta arbete omfattar 30 högskolepoäng och har utförts som ett examensarbete för utbildningen Väg- och Vattenbyggnad vid LTH.

Jag vill rikta ett tack till Dennis Johansson, avdelningsföreståndare för Installationsteknik på LTH, som ställt upp som bollplank för frågor kring arbetets utformning från en akademisk och vetenskaplig synvinkel.

Vill rikta ett varmt tack till Björn Hermansson, handledare på Bengt Dahlgren AB, som väglett mig igenom denna processen.

Även till Ewa Lundén, Stella Irskog och Ronny Dennfjord på Bengt Dahlgren riktas tack, speciellt för att de ställde upp på workshop och fallstudie, vilka utgjort viktiga delar av detta arbete.

Sebastian Johansson har varit behjälplig med korrekturläsning av den engelska sammanfattningen, stort tack för denna hjälp.

Tackar även Catarina Warfvinge, handledare från LTH.

Lund, december 2013

**Håkan Andersson**

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	1
Abstract .....	3
Förord .....	5
1 Inledning.....	11
1.1 Bakgrund .....	11
1.2 Problemställning.....	11
1.3 Syfte & mål .....	11
1.4 Avgränsningar .....	12
2 Metod .....	13
3 Lean Produktion .....	15
3.1 Slöseri.....	15
3.2 Produktionsprinciperna .....	16
3.3 Lean verktyg.....	18
3.3.1 5S.....	18
3.4 TPS-huset .....	19
4 Lean Produktutveckling .....	21
4.1 Produktutveckling .....	21
4.2 Produktutveckling enligt Lean .....	21
4.2.1 Värderingar.....	22
4.2.2 Principer och filosofier .....	23
4.2.3 Metoder .....	23
4.2.4 Slöseri vid produktutveckling.....	24
4.2.5 Sammanfattning: Lean produktutveckling vs. Lean produktion. ....	25
5 Lean service.....	27
5.1 Servicesystemet.....	27
5.1.1 Muda, Muri & Mura.....	27
5.1.2 Systemtänk .....	27
5.1.3 Arbetet i centrum.....	28
5.1.4 Mätningar och mål.....	29
5.2 Kunden .....	30
5.2.1 Kundkrav .....	30
5.2.2 Värdehöjande åtgärder samt slöseri.....	30
5.2.3 Slöseri för kunden .....	31
6 Vad är Lean? .....	33

6.1	Definition .....	33
6.2	Kärnan inom Lean .....	33
6.2.1	Dynamisk process.....	33
6.2.2	Tankar kring processer .....	33
6.3	Värderingar m.m. ....	36
6.3.1	Värderingar.....	36
6.3.2	Principer .....	36
6.3.3	Metoder .....	36
6.3.4	Verktyg.....	36
6.4	Sammanfattning.....	37
7	Människans beteende & kulturen bakom Lean .....	39
7.1	Människan .....	39
7.1.1	Människans sinnen .....	39
7.1.2	Uppmärksamhet.....	40
7.1.3	Beslutfattarens beteende.....	41
7.2	Kultur & historisk tillbakablick.....	41
8	Lean energiförvaltning .....	43
8.1	Fastigheten Lean.....	43
8.2	Parter .....	44
8.2.1	Fastighetsföretaget.....	44
8.2.2	Parter i fastigheten Lean.....	45
8.2.3	Sammanfattning fastigheten Lean .....	46
8.3	Sambandet mellan produktion, service, produktutveckling och Lean energiförvaltning .....	46
8.4	Lean energiprinciper.....	47
8.4.1	Princip 1: .....	47
8.4.2	Princip 2 .....	48
8.4.3	Princip 3 .....	49
8.4.4	Princip 4 .....	49
8.4.5	Princip 5 .....	49
8.4.6	Princip 6 .....	50
8.4.7	Princip 7 .....	50
8.4.8	Princip 8 .....	50
8.4.9	Princip 9 .....	51
8.4.10	Princip 10 .....	51
8.4.11	Princip 11 .....	51

8.4.12	Princip 12 .....	51
8.4.13	Princip 13 .....	52
8.4.14	Princip 14 .....	52
8.5	Parternas principer.....	53
8.5.1	Bakgrund till parternas principer.....	53
8.6	Övergång till energiprinciper .....	57
8.7	Energislöseri.....	57
8.7.1	Tankar kring energislöseri.....	59
8.7.2	Felaktig produkt .....	59
8.7.3	Felaktiga processer .....	59
8.7.4	Lager.....	59
8.7.5	Onödiga energiförflyttningar.....	59
8.7.6	Otydlig kommunikation .....	60
8.7.7	Outnyttjad kreativitet.....	61
8.7.8	Väntan .....	61
8.7.9	Överbelastning.....	62
8.7.10	Överproduktion .....	62
8.8	Människans kommunikation i fastigheten Lean.....	62
8.8.1	Människa-installation .....	63
8.8.2	Människan .....	64
8.8.3	Människa-människa.....	66
9	Tillämpning av principer .....	67
9.1	Vad kartläggs?.....	67
9.2	Teoretisk tillämpning: Principer och metoder .....	67
9.2.1	Bakgrund till metoder - Bengt Dahlgren AB.....	68
9.2.2	Metoder för Enerciprincip 1 .....	68
9.2.3	Metoder för Enerciprincip 2.....	69
9.2.4	Metoder för Enerciprincip 3 .....	69
9.2.5	Metoder för Enerciprincip 4.....	70
9.2.6	Metoder för Enerciprincip 5.....	71
9.2.7	Metoder för Enerciprincip 6.....	72
9.2.8	Metoder för Enerciprincip 7.....	72
9.2.9	Metoder för Enerciprincip 8.....	73
9.2.10	Metoder för Enerciprincip 9.....	73
9.2.11	Metoder för Enerciprincip 10.....	74

9.2.12	Metoder för Energiprincip 11 .....	74
9.2.13	Metoder för Energiprincip 12.....	74
9.3	Praktisk tillämpning: Fallstudie.....	74
9.3.1	Kort beskrivning av energikartläggning utifrån Bengt Dahlgren AB modell. ....	75
9.3.2	Lean på plats.....	75
10	Resultat.....	89
11	Diskussion .....	91
11.1	Vägval .....	91
11.2	Jämförelse med energiklassningssystem .....	92
12	Slutsats .....	95
13	Referenser.....	97



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

EU:s klimat- och energimål förkunnar 20 % lägre energianvändning 2020 (Energimyndigheten, 2011). Sverige har genom *"Sveriges andra nationella handlingsplan för energieffektivitet"* (Sveriges Riksdag, 2011) lagt upp en handlingsplan för minskad energianvändning om 9 % till år 2016, jämfört med genomsnittsåret för perioden 2001-2005 (Regeringskansliet, 2013a).

Ett direktiv från Europaparlamentet kom år 2012 benämnt 2012/27/EU. Detta direktiv upphäver direktiv 2006/32/EG (Europaparlamentet, 2012)). Att direktivet från 2006 ersätts beror på att ställda krav för energieffektivisering, uppskattningsvis endast kan uppfyllas till hälften. Direktivet från 2012 har som mål att fylla ut det gap som finns mellan förväntad energieffektivisering och EU:s energi mål (Regeringskansliet, 2013a). I dagsläget gäller fortfarande de bestämmelser i Sverige som grundar sig på direktivet från 2006.

Sveriges Riksdag förväntas ge sitt svar på direktivet från 2012, genom implementering i svensk lagstiftning senast 2014-06-04. I promemorian till följd av direktivet från 2012 finns det fyra lagförslag för energieffektivisering (Regeringskansliet, 2013b):

- *"Lag om energikartläggning i stora företag"*
- *"Lag om frivillig certifiering för vissa energitjänster"*
- *"Lag om energimätning i byggnader"*
- *"Lag om vissa kostnads-nyttoanalyser på energiområdet"*

Av de 16 miljömål som Sveriges Riksdag beslutat om är 2 intressanta ur energieffektiviserings synvinkel. Det är *"God bebyggd miljö"* och *"Begränsad klimatpåverkan"* (Energimyndigheten, 2011).

I dag återfinns närmare 40 % av Sveriges energianvändningen i byggnader. (Westerlund m. fl., 2012a).

För att möjliggöra en effektiv energianvändning och ha möjlighet att leva upp till alla mål som finns hos olika instanser krävs det metoder att tillgå. En metod är energikartläggning. Om promemorians lagförslag blir verklighet, finns det skäl att utveckla energikartläggningsmetoder ytterligare. *"Energikartläggning med Lean"* kan vara en metod för att byggnader skall kunna bli ännu energieffektivare.

Energikartläggningen i detta arbete är ett hjälpmedel för att synliggöra energianvändningen. Detta ligger till grund för en hållbar energiförvaltning, benämnd *"Lean energiförvaltning"*, där onödigt energianvändande i byggnader är tänkt att elimineras.

## 1.2 Problemställning

Vad innebär Lean utifrån tillämpningarna energiförvaltning och energikartläggning? Hur översätts idéer från Lean till en fastighet med dess pågående verksamhet?

## 1.3 Syfte & mål

Med denna rapport skall det utvärderas om det är möjligt att skapa en ny nisch för Lean, benämnt *"Lean energiförvaltning"*. Syftet är även att klargöra vad Leans filosofi innebär vid energikartläggning av byggnader.

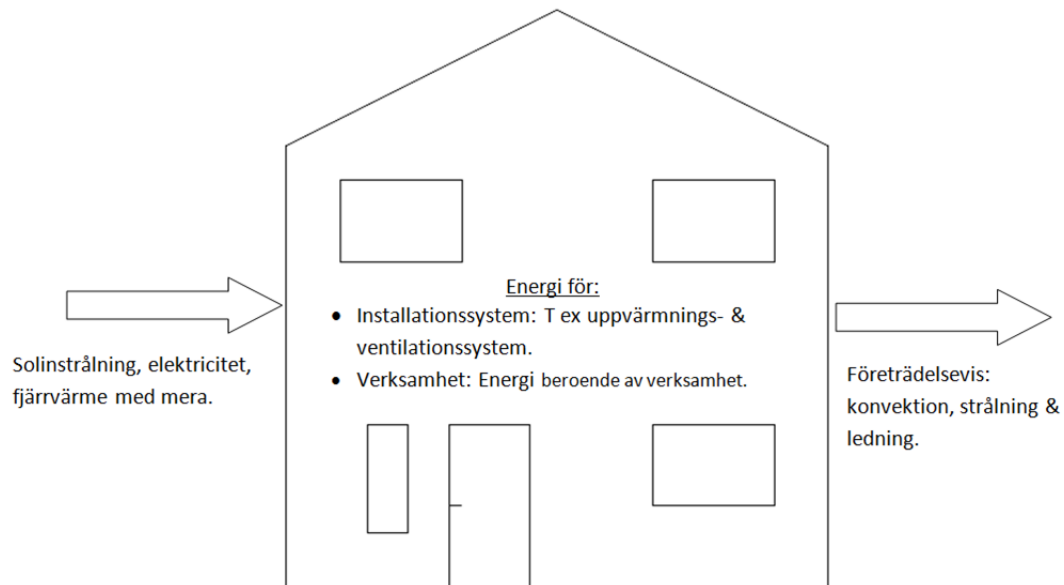
Målet är att diskutera och utvärdera förekommande energikartläggning hos Bengt Dahlgren AB, med utgångspunkt från Lean energiprinciper. Energikartläggningsmetoden med Lean skall vara generell i

sin struktur och kunna tillämpas på byggnader oberoende av verksamhetskaraktär och utformning. Energikartläggningen sker ifrån två håll. Både från ett brukarperspektiv, den konsumerande sidan, och från förvaltperspektivet, den producerande sidan.

I studien ingår ett referensobjekt, vars uppgift är att svara på hur väl energikartläggning med Lean fungerar i verkligheten.

#### 1.4 Avgränsningar

I denna studie betraktas energi i byggnader. Hur energin når byggnaden behandlas inte i denna studie. Det är den energi som omsätt i byggnaden, som är aktuell att kartlägga, se figur 1.



**Figur 1. Innanför byggnadens omslutande ytor finns den energi som är aktuell i studien. Energianvändning inuti byggnaden är det som studien tittar på.**



## 2 Metod

Denna rapport bygger i huvudsak på en litteraturstudie. Leans filosofi beskrivs och energiprinciper framtages. Även begreppet *Lean energiförvaltning* definieras utifrån litteraturstudien.

Litteraturstudiens resultat, energiprinciperna, finns i sin tur till grund för kommande workshop, där Leans filosofi skall implementeras i energikartläggning. Workshopen genomförs i samarbete med företaget Bengt Dahlgren AB. Det är företagets energiexperter som tillsammans med mig tar fram metoder för Lean energiförvaltning.

Avslutningsvis utvärderas Lean energiförvaltning, innehållande energiprinciper och metoder, genom ett praktiskt besök på Värner Rydénsskolan, där jag tillsammans med ovan angivna energiexperter diskuterar resultatet från workshop och litteraturstudie i mer praktiska termer. Denna avslutning blir ett kvitto på hur väl energikartläggningsmetoden fungerar i verkligheten.



### 3 Lean Produktion

Lean är en lära som härstammar från Toyotas filosofi för hur de skall driva sin produktionsprocess (Modig & Åhlström, 2012). Med knappa resurser och utan slöseri skall företag och projekt bedrivas. Idéerna kan mycket väl appliceras på produktion enligt löpande bandets principer. Det gäller att finna ett värdeflöde i processen, vilket kan åskådliggöras vid ett löpande band, där varje montör gör ett eller några få moment. Det har visat sig att Leans tankesätt är gångbart i många andra branscher för att öka effektiviteten och minska slöseriet.

#### 3.1 Slöseri

En av Lean Produktions grundtankar är att eliminera slöseri i produktionen. Bland det första som bör beaktas är:

*"Vad vill kunden få ut av processen?"* (Liker, 2009, s.49)

Det som tillförs under produktionen och som inte är värdehöjande för kunden är slöseri. Det finns 8 typer av slöseri inom produktion (Liker, 2009, s. 50-51):

1. "Överproduktion"
2. "Väntan"
3. "Onödiga transporter eller förflyttningar"
4. "Överarbetningar eller felaktiga bearbetningar"
5. "Överlager"
6. "Onödiga arbetsmoment"
7. "Defekter"
8. "Outnyttjad kreativitet hos de anställda"

1. Med överproduktion menas tillverkning av fler produkter än vad som efterfrågas. Ett lager, som både kan innefatta färdiga produkter eller en samling komponenter, gör att lagerkostnader ökar samt även överbemanning.

2. Väntan innefattar att personal väntar på att verkställa nästa steg i produktionsprocessen. Även för den maskinella delen av processen kan väntan förekomma. En maskin står outnyttjad, eftersom föregående maskiner inte hunnit med att producera tillräckligt med komponenter i rätt takt.

3. Att flytta material i onödan, kanske som en följd av platsbrist, är direkt slöseri. Kunden får inte en bättre slutprodukt bara för att det tillsätts mer tid och resurser för att kunna flytta produkten. Därmed blir produkten dyrare, men slutvärdet för kunden ökar inte.

4. Felaktig bearbetning är när produkten produceras på ett sätt som icke är tidseffektivt eller lönsamt. Finns det ett alternativt sätt att producera produkten mer effektivt skall detta alternativ undersökas.

Överarbetning är när produkten tillförs högre kvalitet än vad som krävs för att uppfylla kundens krav (Tonnquist, 2012).

5. Att ha större lager än vad som krävs ger förutom upphov till stora lagerlokaler och onödiga lagerkostnader också risk för att fel i produktionen uppmärksammas lång tid efter att felet uppkommit (Liker, 2009). Det är lättare att lösa ett problem så tidigt som möjligt, än att vänta tills stora mängder producerats och felet blir svårlöst.

6. De arbetsmoment som inte tillför produkten någon högre kvalitet skall anses som slöseri. T ex då en operatör eller tillverkare sträcker sig efter verktyg eller byter redskap i maskinen slösas det med resurser. I stället är det när väl produkten tillförs en komponent, en skruv eller påförs målning, som produkten får ett högre slutvärde för kunden.

7. Att inte göra rätt från början är slöseri. Det tar mer resurser, tid och energi att åtgärda eller förändra en produkt i efterhand. Detsamma gäller om defekten är så stor att produkten är tvungen att ersättas med en annan produkt. Slöseriet blir direkt synligt eftersom en hög med kasserat material syns i produktionslokalen.

8. Enligt Leans lära skall varje arbetare i produktionskedjan ständigt tänka på förbättringar. Att inte utnyttja personalens kreativitet eller lyssna på deras idéer är slöseri med mänskliga resurser.

### 3.2 Produktionsprinciperna

Leans filosofi kan beskrivas med 14 principer. Sammantaget finns de tillför att strukturera, förbättra och främst minska på allt onödigt slöseri. Slöseri definieras av de resursanvändningar som tillförs ett projekt eller en produkt utan att förhöja värdet för kunden (Runebjörk & Wendleby, 2013)

De 14 produktionsprinciperna är följande (Liker, 2009, s. 61-66):

1. *"Basera era ledningsbeslut på långsiktigt tänkande, även då det sker på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål."*
2. *"Skapa kontinuerliga processflöden som för upp problemen till ytan."*
3. *"Låt efterfrågan styra för att undvika överproduktion."*
4. *"Jämna ut arbetsbelastningen."*
5. *"Bygg upp en kultur där man stoppar processen för att lösa problemen, så att kvaliteten blir rätt från början."*
6. *"Lägg standardiserade arbetssätt till grund för ständiga förbättringar och personalens delaktighet."*
7. *"Använd visuell styrning, så att inga problem förblir dolda."*
8. *"Använd bara pålitlig, väl utprovad teknik som stöder personalen och processerna."*
9. *"Utveckla ledare som verkligen förstår arbetet, lever efter Toyotas filosofi och lär ut den till andra."*
10. *"Utveckla enastående människor och team som följer företagets filosofi."*
11. *"Respektera det utökade nätverket av partners och leverantörer genom att utmana dem och hjälpa dem bli bättre."*
12. *"Gå och se med egna ögon för att verkligen förstå situationen."*
13. *"Fatta beslut långsamt och i konsensus, överväg noga samtliga alternativ, verkställ snabbt."*
14. *"Bli en lärande organisation genom att oförtröttligt reflektera och ständigt förbättra."*

Låt exempel nedan visualiserar grunddragen med principerna.

*Exempel:* Företaget A står inför en utökad efterfrågan på sin produkt AB. De står nu inför beslutet att antingen utöka sin verksamhet i egen regi, låta en underentreprenör, Företag B, gör en del utav jobbet eller tacka nej till den utökade produktionsefterfrågan och köra på i gamla hjulspår.

Nu har företaget i exemplet redan kommit en bit på sin Lean resa. För det första har företaget insett att princip 3 är uppfylld. Det finns en ökad efterfrågan vilket genererar en utökad produktion för att tillgodose kundens önskemål.

Enligt princip 1 skall företaget tänka långsiktigt. Företaget skall tänka på vilket värde produkten har för slutkunden. Givetvis måste företaget tänka på sin egen lönsamhet också, men enligt den grundläggande filosofi kan inte lönsam produktion genereras om det inte finns ett värde för slutkunden. Hur ser efterfrågan på produkten ut på lång sikt? Kan företaget generera en större lönsamhet inom hela företaget om de väljer att utöka sin produktion?

Enligt princip 13 ska företaget överväga alla tänkbara alternativ. I detta fallet finns 3 övergripande alternativ. Alla alternativs för- respektive nackdelar ska utvärderas.

*Exempel, fortsättning:* Företaget A ser att det finns en marknad för den efterfrågade produkten och bestämmer sig för att de flesta moment i produktion skall behandlas i egen regi. Det är bara ytbehandlingen som skall göras av Företag B.

Företag A, som redan påbörjat sin resa för att bli ett produktionsföretag av typen Lean, väljer nu att gå djupare in i den, för dem nya filosofi.

Företag A är tvungen att bygga upp en helt ny produktionslinje för att kunna producera den nya produkten. Detta innebär att man känner sig öppen för större förändringar inom företaget för att kunna ansluta sin verksamhet väl till Lean:s principer.

Till att börja med bör företaget fundera på den nya produktionens uppbyggnad. Enligt princip 2 och 4 skall processflödet utformas på ett sådant sätt, att genom kontinuitet föra upp problem till ytan samt utveckla en process som utjämnar arbetsbelastningen. Dessutom skall systemet vara utformat så att uppkomna fel lätt kan skådas, enligt princip 7.

Även personalens sätt påverkar processen. Gör rätt från början, för att undvika kostsamma och tidsödande processer i efterhand förkunnar princip 5. Detta är något som personalen måste bli informerad om. Om inte personalen förstår vikten av att göra ett bra arbete kommer inte kundens efterfrågade kvalitet att uppnås.

Ett sätt att undvika alltför stor variation i produktens utformning är att standardisera arbetssätten vid produktframställningen, enligt princip 6. Desto färre tillvägagångssätt att utföra arbetsmomenten på desto bättre. Det standardiserade arbetssättet skall dessutom vara pålitlig och stödja en utprovad teknik som är genomtänkt för processen och som personalen förstår, enligt princip 8.

Då fel uppkommer, för det gör det för eller senare, skall de lösas snabbt. För att kunna lösa problemen på ett snabbt och effektivt sätt gäller det dels att personalen förstår processen enligt princip 9, dels att de beslutsfattande går och ser vad problemet beror på med egna ögon enligt princip 12.

När ett problem är löst, gäller det att ta lärdom av det. Det gäller att hela personalstyrkan ständigt reflekterar och försöker förbättra processen. Exempelvis skall de som står vid ett löpande band fundera på om de kan göra på ett annat sätt för att den standardiserade processen skall bli ännu bättre, enligt princip 14. Ständig förbättring är viktigt inom Lean.

Företaget skulle även, enligt exemplet ovan, låta företag B tillföra värde till produkten. Med detta följer ett ansvar att hjälpa företag B att bli bättre, enligt princip 11.

Principerna skall alla som arbetar med Lean produktion följa. Processen styrs, antingen övergripande eller i detalj av en mänsklig hand. Är dennes handhavande i konflikt med principerna fallerar hela systemet. Därför gäller det att alla följer filosofin, enligt princip 10.

Enligt Taiichi Ohno, en av grundarna till Toyotas produktionssystem, är det sunda förnuftet en fiende för produktionsarbetets utveckling (Holmdahl, 2010). Enligt Ohno ska man behärska sig och därigenom undvika förhastade ageranden. Slutsatser baserade endast på känslor skall undvikas. Andrahandsuppgifter skall ifrågasättas och man bör lita på egen erfarenhet, men endast i en begränsad omfattning. Beslut får inte enbart grunda sig på egen erfarenhet.

### 3.3 Lean verktyg

Leans grundfilosofi byggs upp av tre saker, (Runebjörk & Wendleby, 2013, s.25):

1. *"Respekt för människan"*
2. *"Ständiga förbättringar"*
3. *"Den lärande organisationen"*

Således skall Lean ses mera som ett system för lärande, än som ett tekniskt hjälpmedel (Runebjörk & Wendleby, 2013). Lean är ett sätt att tänka, utifrån de 14 principerna. För att kunna nå upp till Leans kultur kan det krävas hjälpmedel, även kallat verktyg. Dessa verktyg är till för att implementera Leans filosofi och försöka få organisationen att gå i rätt riktning. Dessa verktyg fungerar dock endast som kortsiktiga åtgärder för att visualisera Lean (Liker, 2009). Det är fortfarande den grundläggande filosofin inom Lean som måste bearbetas och inarbetas för att ett äkta Lean skall uppnås.

Nedan beskrivs ett exempel på ett verktyg som är centralt inom Lean.

#### 3.3.1 5S

5S står för:

- Sortera
- Systematisera
- Städa
- Standardisera
- Skapa vana

(Prevent, 2010)

##### 3.3.1.1 Sortera

För att kunna sköta ett visst moment krävs det en viss mängd material och verktyg. Det som inte krävs i det dagliga arbetet beaktas som överflödigt. Uppdelning av material och verktyg kan ske beträffande: Användning dagligen, ofta eller sällan. De saker som används dagligen skall vara lättillgängliga och de som används ofta skall finnas lätt till hands. Det som används sällan bör inte finnas inom arbetsplatsen (Prevent, 2010).

Att sortera upp material och verktyg ger effektivare arbetsytor och minskar tidsåtgång för att leta efter saker och ting, med andra ord minskar slöseri med tid enligt Leans filosofi (Prevent, 2010).

### 3.3.1.2 Systematisera

De saker som skall vara kvar inom arbetsområdet ska ha sina bestämda platser. De mest använda verktygen skall finnas på de bästa platserna, närmast och mest lättillgängligt, för den arbetande. Arbetsplatsen skall vara lättöverskådlig och det ska synas om någonting fattas (Prevent, 2010).

När system för saker och tings placering erhållits elimineras slöserier av tid, eftersom det tar tid att leta upp saker som inte är på rätt ställe.

### 3.3.1.3 Städa

När städning av arbetsytor sker, förs saker bort som inte hör hemma där. Detta medverkar till att grundsynen på 5S upprätthålls. En annan viktig funktion i städningsprocessen är att kontrollera arbetsredskapens beskaffenhet. För att undvika kvalitetsbrister och onödiga avbrott i processen bör arbetsredskap hållas vid god vigör (Prevent, 2010).

### 3.3.1.4 Standardisera

Det gäller i detta steget att finna ett arbetssätt som är standardiserat för arbetsplatsen. Standardisering för såväl arbetsmoment som städning och underhåll gör att vem som helst kan komma till arbetsplatsen för att arbeta och därefter lämna över till en annan kollega som kan göra sitt arbete. (Prevent, 2010).

Om inte arbetsplatsen standardiseras finns det en risk att organisationen faller tillbaka i gamla hjulspår och utnyttjar system som funnits i alla tider. Sorteringen och systematiseringen förblir då ett minne blott.

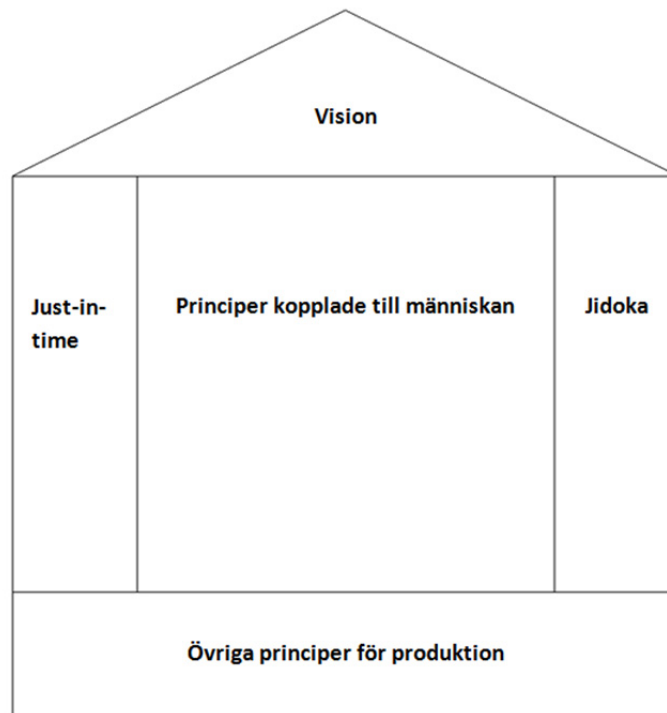
### 3.3.1.5 Skapa vana

När de 4 stegen ovan genomgåtts kvarstår det att skapa vana. Det gäller att organisationen förstår tankarna kring 5S på ett djupare plan. 5S är bara ett tillfälligt hjälpmedel för att få arbetsplatsen effektiv och i linje med Leans filosofi. Tar inte personalen till sig utav denna process och fortsätter att hålla god ordning är det ingen mening att försöka bli ett äkta Lean företag.

## 3.4 TPS-huset

Ett sätt att försöka visualisera Lean produktion är genom TPS-huset, se figur 2. TPS-huset omnämns ofta också som Lean-huset. TPS står för Toyota Production System, vilket ses som utgångspunkten till det vi idag kallar Lean. Dock finns det skillnader mellan TPS och Lean. (Modig & Åhlström, 2010). Jag anser att TPS är en form av Lean, anpassat för Toyotas verksamhet.

TPS-husets tak förmedlar en vision. I Toyotas system handlar det om högsta kvalitet, lägsta kostnad, kortast ledtid, bäst säkerhet och hög arbetsmoral (Liker, 2009). Detta ska uppnås genom korta produktionsflöden och genom att eliminera slöseri. Taket ligger på två pelare, benämnda Just-in-time och Jidoka. Dessa pelare förmedlar grundprinciperna för att målen skall nås. Just-in-time, rätt mängd av rätt material vid rätt tidpunkt, kan kopplas till princip 3 i Lean produktion. Medan Jidoka, visionen om noll fel till slutkunden, kan knytas till bland annat princip 5. För att huset inte ska sätta sig behövs en stabil grund. I grunden återfinns andra principer, exempelvis utjämning av flöde, visuell styrning och standardiserat arbetssätt. Inuti huset finns principer med anknytning till de som utför produktionen, människorna. Här finns bland annat princip 14, ständig förbättring, och principerna som är tänkta för eliminering av slöserier.



**Figur 2 visar hur TPS-huset är uppbyggt**

Det är helheten och hur de olika beståndsdelarna samverkar som är det viktigaste i husets uppbyggnad och som gör att det står kvar länge (Liker, 2009). Att stirra sig blind på värderingarna och de mål som finns inom organisationen hjälper inte, om inte grund och pelare är stabila. Likaså kan inte ständig förbättring utvecklas, om det inte finns någonting att bygga dessa idéer vidare på.



## 4 Lean Produktutveckling

### 4.1 Produktutveckling

Produktutveckling kan beskrivas som en mängd aktiviteter som genomförs för att åstadkomma en produkt som en tänkt kund vill ha. Under produktutvecklingen används och förlitas det på kompetensen hos projektets deltagare. Kompetensen sträcker sig över områden som idéskapande, kommunikation och problemlösning (Holmdahl, 2010). Med produkt menas i detta fallet en vara eller en tjänst.

Dr Stig Ottosson beskriver produktutveckling genom följande citat:

*"Produktutvecklingens mål är att höja livskvaliteten för minst en människa utan att sänka den för någon annan."*

(Holmdahl, 2010, s. 51)

När det talas om produktutveckling finns det 3 kategorier som området kan delas upp på, efter vad som driver produktutvecklingen. Dessa tre kategorier benämns Wish, Want och Need. På svenska är den ungefärliga översättningen önskan, begär och behov (Holmdahl, 2009).

Wish-utvecklade produkter, är produkter som inte finns i nuläget och som önskas av enbart någon enstaka individ. Tyngdpunkten ligger på önskan (Ottosson, 2006).

Want-baserad produktutveckling kännetecknas av att produkten redan existerar i ett begränsat antal exemplar och att produktionen i större skala efterfrågas. Produkter som redan är i produktion och som även nått kunder är också definierad som Want produktutveckling om det saknas en egenskap på produkten som begärs av många kunder (Ottosson, 2006).

Slutligen finns produkter i kategorin Need. Det är produkter som är vanligt förekommande och som endast behöver modifieras för att passa in i det sammanhanget som produkten skall användas (Ottosson, 2006). Detta innebär att det redan finns en relativt väl utstakad väg innan produktutvecklingen påbörjas. Det är Need-produkter som är direkt anpassningsbara till Leans filosofi. En fördel med Need-produkter är att det finns erfarenhet att bygga sin produktutveckling på.

Utvecklingen bygger på nyvunnen kunskap under projektiden och det blir naturligt att tala om en lärande process. Kunskaper upptäcks och ackumuleras ständigt hos produktutvecklingsteamet, så länge produkten utvecklas (Holmdahl, 2010). Det gäller sedan att bevara den nyvunna kunskapen och lära ut den, så att inte samma upptäckter behöver göras återkommande.

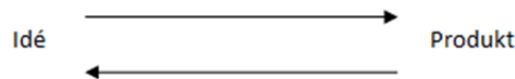
Huvudsyftet med produktutvecklingen är framtagande av en ny produkt. Men det finns inte några garantier för att den nya produkten blir en lycka. Många aspekter spelar in, till exempel är inte omgivningen statisk (Liker, 2009). Utvecklingsarbetet följer inte en rak förutspådd väg och har långt ifrån alltid en given slutpunkt. Utvecklingsarbetet kan liknas vid att besöka en ny plats där ingen varit tidigare (Holmdahl, 2010). Det kommersiella målet med produktutveckling är att få fram en ny och lönsam produkt som det dessutom skall finnas en marknad för. Men resan dit är också en mycket viktig del och resultatet visar sig i nyvunnen kunskap.

### 4.2 Produktutveckling enligt Lean

Under denna rubrik kommer produktutveckling enligt Leans lära beskrivas. Enligt föregående kapitel, *Lean Produktion*, är en av grundbetraktelserna att slöserier skall undvikas. Att rätta till fel efteråt är

både krävande ur tidssynpunkt och ur ekonomisk synvinkel. När det gäller Lean produktutveckling finns det andra situationer som uppkommer och detta medför att avvikelser uppstår mellan de olika Lean filosofierna.

En stor skillnad är de så kallade loopbacks, omarbetning av tidigare bearbetat material, se figur 3. Detta är i det närmaste tabu enligt Lean produktion. I Lean produktutveckling är omarbetning av produkter vanligt, vilket medverkar till produktutvecklingens framskridande. Detta är ett tecken på värdeökning (Holmdahl, 2010). Således skall Lean produktutveckling beaktas med fokus på utvecklingen av produkten, varje Loopback kan leda till nya framgångar.



**Figur 3** åskådliggör loopbacks. Omarbetning av produkten, utifrån nyvunna idéer.

Lean produktutveckling kan konkritisera utefter följande punkter (Holmdahl, 2010):

- Värderingar
- Principer och filosofi
- Metoder

#### **4.2.1 Värderingar**

Till att börja med skall det finnas respekt och förtroende för samtliga individer i utvecklingsfasen. I detta sammanhang handlar det om tillit till det som andra människor gör och säger (Holmdahl, 2010). Till exempel skall tillit för en källa till fakta finnas, så väl skriftlig som muntlig. Av denna anledning undviks ett genomarbetat uppföljningssystem.

Rädsla att utforska område själv skall för den delen inte finnas. Det är bra att uppleva fakta i verkligheten. En tanke är att någon kommer med fakta till ett möte. Det kan gälla ett förslag på en ny utformning av en redan existerande produkt. Personen har bara en berättelse att komma med, ingenting att visualisera. Enligt Leans filosofi är det viktigt att produkten ses ur kundens perspektiv. Det som nu bör göras är att omvandla den teoretiska kunskapen i praktiken. Det sker genom att utveckla den nya modellen i verkligheten och ta del av den vy som kunden väntas få när den tar del av produkten (Holmdahl, 2010). Jämför med 12:e principen för Lean produktion.

Lean produktutveckling handlar också om ständig förbättring. Det är lättare att ta små steg framåt än att ta stora kliv. Enkelhet är ett ledande ord inom Lean produktutvecklingen. Är en produkt godtagbart fungerande ska den ändå försöka att förbättras. Att försöka göra en perfekt produkt från början är inte tänkbart inom denna filosofi. Det skulle bara innebära kostnads- och tidsspill i stora valörer (Holmdahl, 2010).

När en ny produkt utvecklas är det viktigt med helhetsperspektiv. Helhetsperspektiv kan sammanfatta med tre ord (Holmdahl, 2010):

- Business
- User
- Society

Med Business menas en utvecklingsstrategi som gynnar företaget. Skulle utvecklingsarbetet förorsaka skada på företaget är dess existens hotad.

User, kund, är den som produkten levereras till. Att ha denna i fokus är självklart. Är inte kunden nöjd kan inte produkten säljas på marknaden. Det kan även ses som slöseri att lägga tid och pengar på en produkt som inte efterfrågas av en marknad (Sebestyén, 2006).

Samhället, Society, är den tredje och kanske mest komplexa delen för att få ett helhetsperspektiv. Eftersom Lean förknippas med långsiktighet är det viktigt att produkten som utvecklas inte skadar samhället. Detta bygger på idén om att samhället helt eller delvis byggs upp av företagets kunder. Skulle samhället skadas av produkten kan även företaget ta skada av detta långsiktigt.

Helhetsperspektivets tre delar måste vara uppfyllda, för att en produkt skall vara hållbar och gångbar på lång sikt, inte bara gångbar utefter korta kommersiella mål.

#### **4.2.2 Principer och filosofier**

Visualisering är viktig vid Lean produktutveckling. Anledningen till den stora viljan om att bildliggöra så mycket som möjligt för mottagaren på ett enkelt sätt, är att avvikelser lättare framträder och mottagaren har dessutom lättare att ta till sig rätt fakta. Om mottagaren endast meddelas muntligt föreligger det större risk att denne missförstår fakta eller omvärderar innehållet (Holmdahl, 2010). Mer om kommunikation finns i avsnitt om *Människans kommunikation i fastigheten Lean* nedan.

I Lean produktutveckling finns ständiga förbättringar som en central del. Hela tiden skall grundorsaken försöka att hittas. Akuta uttryckningar undviks i största mån för att åtgärda felet som finns på ytan. Avvikelser bör ses som möjligheter till förbättringar (Holmdahl, 2010). Varje avvikelse som analyseras och förbättras blir en påminnelse av Leans grundfilosofi, om ständig förbättring.

Lean förknippas starkt med den lärande organisationen (Liker, 2009). Inom denna läran är det godkänt att göra misstag. Det är av misstag som utvecklingen fortskrider. Kunskapen som finns hos enskilda individer skall förmedlas till resten av organisationen. Ett sätt att göra detta på är att ha möte som syftar till ständig förbättring. Enligt god Lean anda skall det finnas takt och rytm i processer. I detta fallet innebär det att mötena skall hållas med jämna mellanrum efter ett utstakat schema med kontinuitet (Holmdahl, 2010). Även utvecklingsarbete med leverantörer och utomstående aktörer är aktuellt inom många områden. Det gäller naturligtvis att lära av dessa också. Samma tankar som finns internt för Lean bör också nå ut till partners och andra inom leverantörskedjan (Hamon & Jarebrant, 2007).

Lean produktutveckling bygger på ett standardiserat tillvägagångssätt. Ett visst moment utförs utefter en viss modell ända tills en ny modell är påkommen och vedertagen (Holmdahl, 2010).

#### **4.2.3 Metoder**

Det grundläggande tillvägagångssättet är set-based design. Detta innebär att flera potentiella lösningar utreds parallellt för ett problem under utvecklingens gång (Liker, 2009). Efterhand som processen fortgår elimineras de minst lämpade lösningarna, vid integrationstillfällen, och slutligen skall endast en optimal lösning finnas. Under processen är det endast övergripande mål som styr produktutformningen (Sebestyén, 2006). Allt detaljarbete genomförs när endast en lösning återstår.

##### **4.2.3.1 Fördelar med set-based design**

Fördelarna med set-based design är att metoden eliminerar överproduktion av detaljritningar som senare kommer att kasseras för att de inte passar in i sitt sammanhang. En klar minskning av

mötetiden uppnås med denna metod (Holmdahl, 2010). Likaså reduceras antalet timmar med kommunikation mellan olika nyckelpersoner och samlokalisering elimineras.

Till skillnad från point-based design, där varje delprodukt bygger på ett antal andra delprodukter och avvikelser får förödande konsekvenser, är set-based design mera flexibel.

En annan fördel är att set-based design innebär att parallella arbetsprocesser är möjliga. Detta innebär i sin tur att det finns stora möjligheter att planera sitt projekt och lägga stora resurser i början av projektet, se vidare under *Baktung respektive framtung produktutveckling*.

Att arbeta övergripande inledningsvis innebär att de mest kritiska besluten skjuts på framtiden. Detta innebär att när de besluten skall avgöras, som gör att utvecklingsarbetet skärmas av och koncentreras, har arbetsgruppen, under arbetets gång, fått en hel del kunskap till livs (Holmdahl, 2010).

#### 4.2.3.2 Baktung respektive framtung produktutveckling

Vid utvecklingsarbete i projektförhållande talas det om baktunga respektive framtunga projekt (Sebestyén, 2006). Framtunga projekt är de projekt som kräver stora resurser tidigt i projektet. Med baktunga projekt menas projekt som kräver stora insatser i slutet av projektet. Leans filosofi knyter an till framtunga projekt. Det är långsiktigheten och arbetet efter givna mål som styr utvecklingen i enlighet med Lean. Baktunghet i projekt händer då fel och brister bearbetas och omarbetning sker i slutet av projektet.

#### 4.2.3.3 Tydliga mål

Tydliga mål är en nyckel till framgång för Lean produktutveckling, detta gäller mål för såväl extern som intern produktutveckling (Holmdahl, 2010). Målen skall vara specifika, mätbara, accepterade, realiserbara och tidsatta precis som i alla andra projekt (Tonnquist, 2008).

#### 4.2.4 Slöseri vid produktutveckling

Precis som vid Lean produktion finns slöserier definierade för fallet med produktutveckling, (Sebestyén, 2006, s 26-27):

1. *"Fel produkter"*
2. *"Onödiga mentala förflyttningar"*
3. *"Transporter och långa avstånd"*
4. *"Väntetid"*
5. *"Felaktiga processer"*
6. *"Överproduktion och överdokumentation"*
7. *"Onödiga lagerhållningar och onödig ledtid"*

Med fel produkter menas att arbetet leder fram till fel resultat. Det kan handla om en funktion som kunden inte är villig att betala för eller en hel produkt som det fattas en marknad för. Även om det finns en marknad för en produkt, men produkten inte kan produceras på ett lönsamt sätt är det en felaktig produkt (Sebestyén, 2006).

Vid projekt och utvecklingsarbete är det viktigt att tänka långsiktigt. Att förflytta sig mentalt, 2:a punkten för slöseri, innebär en ökad risk för att personalen känner sig splittrad. Det tar tid att ständigt hoppa mellan olika utvecklingsarbete och det är tidskrävande att ställa om sig mellan olika projekt. De långsiktiga målen kan få stå tillbaka för akuta lösningar. Detta innebär i sin tur att grundproblemen inte löses och ännu mer slöseri, i form av tidsspill, uppstår (Sebestyén, 2006).

Vid produktutveckling enligt set-based design arbetas flera alternativa lösningar fram. Mellan de olika projektgrupperna behöver endast kommunikationen vara sporadisk. Däremot skall kommunikationen inom projektgruppen vara god. Om det rör sig om stora projekt, med många inblandande parter kan långa avstånd och transporter, punkt 3 enligt ovan, utgöra ett problem. Slöseriet uppstår då mycket tid och resurser går åt för att samordna och koordinera utvecklingsarbete. Ännu större blir problemet om kommunikationen uteblir helt och problemet löses enskilt i projektet. Resultatet blir med största sannolikhet att den färdiga produkten inte kommer att fungera, då de ingående delarna inte harmonierar med varandra. Varje delgrupp inom produktutvecklingen har således gjort onödigt jobb som måste revideras. Ännu ett tecken på slöseri (Sebestyén, 2006).

Allt som genererar väntan är ett tydligt tecken på slöseri. Det kan handla om väntan på beslut eller information och underlag som inte lämnats vidare. Om det finns en oklar bild över vem som tar vilka beslut kan ärenden bli liggande i väntan på att någon ska ta sig för det. Detta är ett typiskt fall av slöseri i form av väntan (Sebestyén, 2006).

Att uppfinna hjulet varje gång är en process som är både tidsödande och känns svårarbetad. Därför är det viktigt att den kunskap som är vunnen i tidigare projekt återförs till utvecklingsavdelningen (Tonnquist, 2008). Om inte gamla kunskaper anses värda att bevara är det en fråga om en felaktig process. Detta är det 5:e slöseriet, vilket genererar onödigt dyra och komplicerade utvecklingsprojekt. Utifrån tanken att använda tidigare inhämtad kunskap kan problem förebyggas, innovationer skapas och bättre förståelse för kunden uppnås (Hamon & Jarebrant, 2007).

Överproduktion och överdokumentation genererar slöseri då utvecklingsarbete läggs ner i större omfattning än vad som slutprodukten kräver. Exempel kan vara alltför omfattande dokumentation, som aldrig kommer till användning under projekt. Likaså är allt för många tester av resultat ett tecken på slöseri (Sebestyén, 2006). Kvalitet och inte kvantitet bör eftersträvas i utvecklingsarbete.

Utvecklingsarbete kan förväntas fortgå konsekvent och aktiviteterna skall avlösa varandra. Om ärenden läggs på hög, lagerhållning, blir effektiviteten i varje enskilt ärende låg. Dessutom finns en risk, att när väl ärendet granskas kan fel finnas i delresultat som inte syns tidigare. Dessa kan svälla upp till stora problem som måste lösas i slutet av utvecklingsperioden.

#### **4.2.5 Sammanfattning: Lean produktutveckling vs. Lean produktion.**

Som framkommit, under kapitlet *Lean produktion*, byggs hela produktionsfilosofin upp kring de 14 Lean principerna. Lean produktutveckling är ingen självständig filosofi på något sätt, utan dess synsätt på produktutveckling bygger i mångt och mycket på filosofin från Lean produktion (Liker, 2009).

Långsiktigt tänkande är grundtanken i princip 1. Denna är definitivt aktuell i produktutveckling. För att veta vad som skall utvecklas och vem som är kund är det viktigt att få en uppfattning av omvärlden. Utan långsiktigt tänkande skulle inte produkter kunna utvecklas.

Principerna 2-6 beskriver i detalj hur arbetsprocessen bör utarbetas (Liker, 2009). De huvudsakliga processerna är: Skapa flöde, utjämna arbetsbelastning, stoppa processer för att kunna säkerhetsställa hög kvalitet samt standardisera.

Princip 3 är kanske den enda princip som inte med enkelhet kan expliceras inom Lean produktutveckling. Denna princip, "*Låt efterfrågan styra för att undvika överproduktion*", befinner sig i en gråzon enligt min mening. Som sagts tidigare är produktutveckling ingen rak väg till framgång. Ett misslyckande, i den bemärkelse att en produkt tagits fram som inte går att implementera på en

marknad, skulle innebära överproducerad fakta som aldrig blir intressant ur ett kommersiellt perspektiv. Men det hela kan också ses ur en annan synvinkel. Som poängterats tidigare är även lärandet en del av resultatet. Fastän kommersiellt genombrott inte nåtts har kunskap erövrats och detta är ett tecken på att inte överproduktion har ägt rum. Överproduktion kan också ses som resultat som är alltför väl underbyggda.

Princip 7 är högst relevant för produktutveckling. Mycket fakta och ny kunskap uppstår, i olika processer och omfattning. Dessa kunskaper ska förmedlas till olika parter. För att minska risken för missförstånd och vilseledning krävs det tydliga och kortfattade informationsbärare. Det är rent av slöseri med tid och resurser att utforma informationsflöde på mer invecklade sätt, då det tar längre tid för beslutsfattare att förstå situationen och var i processen utvecklingsarbetet är.

Den 8:e principen är direkt tillämpbar på processer med flöde. Endast användning utav pålitlig och utprovad teknik som stöds av personal och processer förmedlar denna princip. I ett utvecklingsarbete handlar det alltid om att ta fram en ny produkt i någon mening. Övervägande mellan princip 1, långsiktigt tänkande, och princip 8 blir därför aktuell. Avsteg från princip 8 måste kunna godtas för att uppfylla princip 1 i vissa lägen (Liker, 2009).

Principerna 9 och 10 är tydliga tecken på den lärande organisationen. 9:e principen vill förmedla allvaret i att ha välutbildade ledare som verkligen förstår verksamheten och delar med sig av sin kunskap. 10:e principen belyser vikten av medarbetare som lever upp till företagets värderingar. Dessa två principer är oerhört viktiga i utvecklingsammanhang. Utan ledare som är insatta i utvecklingsarbetet är det omöjligt att sätta upp mål för verksamheten. Om inte medarbetarna försöker arbeta efter företagets ledningsbeslut blir det svårt att få organisationen att dra åt samma håll.

Princip 11 är aktuell både för utvecklingsarbete som beläggs internt och externt. Denna princip är ett led i att försöka vidareförmedla Leans filosofi till organisationer som samarbete sker med, utanför företagets väggar (Hamon & Jarebrant, 2007).

Även princip 12 är aktuell inom produktutveckling. Kunden och dess önskemål skall stå i centrum vid produktframtagningen. Att försöka skapa en produkt i en virtuell värld är ohållbart enligt Leans filosofi (Liker, 2009). Det är först när produktutvecklaren kan uppleva produkten med de sinnen som kunden upplever produkten med, som det finns möjlighet att bilda sig en uppfattning av hur produkten fungerar. Likaså gäller det att visuellt se på problem som uppstår. I verkligheten framträder felen betydligt tydligare och blir lättare att förstå, än att försöka lösa problem utifrån fakta i pappersform. Dessutom vinner ledare förtroende hos sina anställda, om de är ute och ser verkligheten ur medarbetarnas perspektiv (Hamon & Jarebrant, 2007).

Slutligen återstår princip 13. Att fatta beslut långsamt och att överväga alla alternativ är sannerligen en modell som implementerats i Lean produktutveckling. Set-based design är, som tidigare sagts, utvecklingsmodellen inom Lean produktutveckling. Att skjuta detaljbeslut på framtiden och efterhand radera alternativ som inte är aktuella är en tillämpning av princip 13.

## 5 Lean service

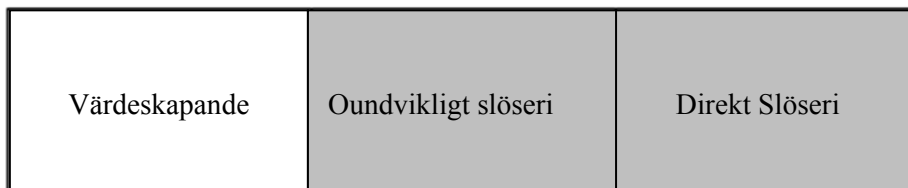
Lean service kan appliceras inom servicesektorn. Den stora skillnaden mellan Lean produktion och Lean service är den större grad av variation, både i arbetsbelastning och i utförande, som kan förekomma i Lean service (Bicheno m. fl., 2009). Att applicera Leans filosofi inom service kan innebära komplikationer.

### 5.1 Servicesystemet

#### 5.1.1 Muda, Muri & Mura

Inom Lean talas det om "3M". Detta står för Muda, Muri och Mura. Dessa tre ord är japanska och står för slöseri, överbelastning och ojämnhet (Bicheno m. fl., 2009). Problemet inom de flesta serviceområden, är att kundbelastningen kan variera över tiden. Leans filosofi förespråkar ett jämt flöde, vilket innebär eliminering av Mura. Muri, överbelastning på maskiner och människor, skall också elimineras.

Muda, slöseri, definieras som ett moment som inte tillför något värde för kunden. Det finns två typer av slöseri. Dels är det slöseri i form av aktiviteter som inte tillför något värde för kunden, fast som är nödvändiga för att ett resultat skall komma till stånd. Den andra typen av slöseri är den som förstör värde för både kund och utförare. Denna typ bör elimineras så fort som möjligt. En aktivitet, som är en beståndsdel i ett flöde, består av värdehöjande arbete samt slöseri, se figur 4. Endast dessa två komponenter bygger upp en aktivitet (Bicheno m. fl., 2009).



Figur 4 visar de 3 tänkbara tillstånd som en aktivitet kan anta.

#### 5.1.2 Systemtänk

Enligt Lean:s tankar är det viktigt att finna ett system som kan användas inom den valda organisationen. Som påpekats i avsnitt 5S är struktur och rutin viktigt. I Lean service ska försök att uppnå liknande arbetssätt göras, vilket är möjligt i många fall, till exempel vid arbetsplatser som servicetelefonister har. Denna arbetsgrupp kan hantera ärenden utifrån en given mall oberoende av ärendenas innehåll. Däremot kan det bli svårt att strukturera upp arbete som spänner sig över många olika arbetsmoment och metoder. Strukturen blir klart svårare att finna.

Nu ska Lean service förklaras mer konkret. Först måste efterfrågat servicearbete överensstämja med kundens krav. Ett tydligt kundfokus måste finnas, precis som i övriga områden som Lean har implementerats på.

Kundens behov kan delas upp i två kategorier. Det är verkliga behov och falska behov (Seddon, 2010). De verkliga behoven är de som kunden primärt har efterfrågat och de falska behoven är de som uppkommer som en följd utav den process som uppstår kring det verkliga behovet. Exemplifieringen visar på skillnaden.

Exempel: Fru Rut har varit hos distriktsveterinären med sin katt för en rutinundersökning. I undersökningen togs blodprov som senare skulle skickas på analys. Själva undersökningen tog bara en timme.

Två veckor efter att undersökningen var färdig hade fortfarande inte fru Rut fått resultatet från blodproven. Hon blev orolig och beslutade sig för att ringa till veterinären. Efter en lång väntetid fick hon tala med den stressade och något irriterade veterinären som gjort undersökningen. Efter att veterinären reflekterat en lång stund och letat i diverse journaler, närmare 10 minuter tog detta, återtog han telefonkonversationen. Fru Rut fick reda på att provsvaren blivit liggande på veterinärcentralen och aldrig kommit iväg för analys. Efter två veckor var dessutom blodproven för gamla för att kunna analyseras. Detta innebar att fru Rut återigen var tvungen att komma till veterinärstationen med sin katt för att veterinären skulle kunna ta nya blodprov på katten.

Det verkliga behovet som kunden vill få uppfyllt är kattundersökningen, innefattande blodprovstagning. I och med att veterinären glömt bort blodproven, kanske på grund utav överbelastning, bildas det falska behov i processen.

Det första falska behovet är den tid som veterinären lägger på att åter, efter två veckor, sätta sig in i vad som gjorts vid undersökningstillfället. Denna arbetstid hade inte uppkommit om veterinären hade skickat iväg proverna för analys direkt och meddelat fru Rut resultatet inom det snaraste. Det andra falska behovet uppkommer då veterinären är tvungen att ta nya blodprov på katten.

Nu skall situationen ses utifrån Leans filosofi. Vad är det egentligen som händer i exemplet? Det verkar som att veterinären är stressad. Hans stress kan mycket väl bero på överbelastning. Överbelastning, ett av de "3M", är en sak som ska elimineras. Denna överbelastning ger upphov till slöseri, arbete som inte tillför kunden något värde, i form av onödigt dubbelarbete. Dessutom uppkommer merarbete, då veterinären måste sätta sig in i fallet ännu en gång då fru Rut ringer. Allt detta är sett ifrån servicepersonens synvinkel. Det uppkommer även slöserier för kunden, vilket förankras vidare i avsnitt *Slöserier för kunden*.

Erinring krävs nu, om att Lean har en grundläggande tanke att ständigt förändra processer och system till det bättre. I fallet ovan är det enklaste sättet att skapa mera tid för kundens verkliga behov genom att minska på mängden falska behov. Det handlar om att veterinären skall bli mindre splittrad och undvika att behöva ta upp gamla patientfall igen, genom sitt sätt att arbeta.

### **5.1.3 Arbetet i centrum**

Det gäller att se själva arbetsuppgiften framför den person som utför den (Seddon, 2010).

Arbetsuppgiften är en del utav en händelsekedja bestående utav flera moment. Då det blir ett fel i servicearbetet är det troligast en följd av systemets utformning. Variationer i prestation beror till 95 % på systemet och enbart till 5 % av den som utför det (Seddon, 2010).

Med detta sagt blir följdfrågan: Hur kan systemets utformning förbättras?

Först är det viktigt att poängtera att det inte går att förändra ett system direkt, utan endast att påverka det (Seddon, 2010). Det går endast att påverka systemet genom att omarbete det och göra förändringar som byggs upp långsiktigt.

Nästa fråga blir: Hur kan enskilda personer påverka ett system?



Detta handlar i stor utsträckning om att titta bakåt och fråga sig vad som gjorts för att påverka systemet hittills? Uppföljningar och mätningar är traditionella verktyg för att kunna se vad som hänt tidigare. Mätningar och mål berörs mer nedan.

Systemet, som det pratas om, skall vara till för att underlätta flödet av aktiviteter till kundens fördel. Målet är att ständigt försöka minska tiden för kunden att erhålla den service den är ute efter (Bicheno m. fl., 2009). Det handlar inte om att suboptimera olika aktiviteter i första hand, utan istället titta på hela den tid som kunden lägger från beställning till leverans.

#### 5.1.4 Mätningar och mål

##### 5.1.4.1 Mätning

För att få en bild utav var i processen eller processutveckling som projektet befinner sig, är det viktigt med uppföljningar. Mätningar, t ex hur många samtal en telefonist kan ta emot per tidsenhet eller samtalslängd är faktorer som kan mätas för att förutspå hur många samtal som kommer att uppstå i framtiden. Men är det egentligen rätt att mäta dessa parametrar? Detta är frågeställningar som bygger på prestationsnivån hos den anställde, de 5 % som inte utgörs av systemet. Är tanken att effektivisera verksamheten handlar det snarare om att titta på systemet, de resterande 95 % (Seddon, 2010).

Det som den anställde telefonisten kan göra är att ta emot telefonsamtalet och besvara det utifrån sina befogenheter. När detta är gjort vidarebefordrar telefonisten samtalet till en person med mer befogenheter, under förutsättning att samtalet inte givet en lösning på problemet. Samtalslängd är i exemplet irrelevant mätdata. Mer aktuellt borde vara att fråga sig hur stor del utav samtalen som blivit avklarade redan hos telefonisten. Ett annat sätt att se på det hela är att telefonisten har, genom en aktivitet, tillfört värde för kunden.

Börjar tankarna fluktuera i dessa banor, är organisationen en bit på väg i Lean. Har organisationen en utsaga om att bli resurseffektivare handlar det om att se på slöseriet inom organisationen.

Det handlar alltså om att finna frågeställningar som svara på hur väl systemet fungerar och vad som kan förbättras inom det, för att genomflödet skall bli högsta möjliga (Bicheno m. fl., 2009). Nedan följer 3 principer som bör vara uppfyllda för att bra mätetal skall uppfyllas (Seddon, 2010, s. 75-77):

- *"Kriteriet för ett bra mätetal. Hjälper det oss att förstå och förbättra prestationen?"*
- *"Mätetal måste vara kopplade till syfte. Syftet skall utgå ifrån kundens synvinkel."*
- *"Mätetalet måste integreras med arbetet. Det som mäts skall återkopplas till de som arbetar med det som mätetalet avser för att det ska bli någon förbättringseffekt."*

##### 5.1.4.2 Mål kontra mått

Mål är formuleringar som har i syfte att påverka organisationen i en bestämd riktning. I ordet mål ligger också en önskan om vad som ska ha uppnåtts efter en viss förutbestämd tid (Tonnquist, 2008). Det är inte alltid positivt med mål för serviceorganisationer, till skillnad från produktutvecklingsorganisationer. Detta beror på att målen ofta kommer från ledningen av organisationen och kan ge upphov till personalreaktioner som inte är av god natur för kunden (Bicheno m. fl., 2009). Detta resonemang bygger på att personalen vill uppfylla ledningens mål på lättast möjliga sätt. Fusk och förenklingar blir följden som resulterar i sämre servicegrad för kunden (Seddon, 2010). Dessutom är ledningen tvungen att följa upp sina mål och kontrollera sina anställda, så att de gör vad de ska. Detta är en aktivitet som inte är värdeskapande, men tvungen att finnas för att uppfylla målen.

Alternativet är att avstå från mål och istället införa mått (Bicheno m. fl., 2009). Med mått menas uppföljningar som har i syfte att förbättra arbetsflödet. Mått är ett måttetal som visar hur bra organisationen är på att besvara kundens förväntade servicenivå.

## 5.2 Kunden

### 5.2.1 Kundkrav

Precis som i de andra Lean baserade områdena är kundfokus även viktigt inom servicesektorn. 6 kundkrav har sammanställts som grund för hur en serviceverksamhet skall behandla sina kunder (Bicheno m. fl., 2009, s. 16-17)

1. *"Lös mitt problem fullständigt."*
2. *"Slösa inte min tid."*
3. *"Ge mig exakt det jag vill ha."*
4. *"Ge mig värde där jag vill ha det."*
5. *"Ge mig värde när jag vill ha det."*
6. *"Ge mig den lösning jag verkligen vill ha."*

Punkt 1 innebär att hela behovet av service, som krävs för en produkt eller tjänst, skall beskådas. Det går inte enbart att sälja en produkt, utan det kan krävas service genom hela produktens livslängd (Bicheno m. fl., 2009). Ett exempel på detta är en bil. Kunden köper produkten, men vill även ha den service som krävs vid kommande reparationer. Service genom hela livscykeln är viktig.

Punkt 2 genererar eliminering av slöseri utifrån två synvinklar, dels från kunden sida och dels från serviceföretaget sida. Tänk på exemplet ovan med fru Rut. Om kunden sätts i centrum och processflödet ses utifrån kundperspektivet, så kan tiden elimineras som kunden är tvungen att lägga ner i onödan vilket också minskar den tid som serviceorganisationen måste lägga ner.

Olika personer och grupper efterfrågar olika saker och har behov av olika service (Bicheno m. fl., 2009). Precis som punkt 3 förkunnar är det viktigt att kunden ges vad den vill ha. Detta handlar om att finna grundkällan till det problem kunden har. Detta kan genomföras genom att se saken utifrån kundens situation, vilket kan jämföras med princip 12 i Lean produktion: *"Gå och se problemet med egna ögon..."*

Ett värde, i form av service, är inget värde då det infaller på fel plats eller i fel tidsrymd. Detta är trivialt och då värdet inte infaller rätt, blir det en fråga om slöseri.

Slutligen återstår punkt 6. Återigen är det kundfokus det handlar om. Försöka sätta sig in i kundens perspektiv och leverera produkten/tjänsten på ett, från kunden synsida, korrekt sätt är själva basen i hela systemet.

### 5.2.2 Värdehöjande åtgärder samt slöseri

Som sagts tidigare består en aktivitet utav två saker. Det är värdehöjande åtgärder samt slöseri. När flödet ses utifrån ett kundperspektiv, kan antingen de värdehöjande åtgärderna ökas eller slöserierna minskas. Detta för att kunden skall uppleva en smärtfriare resa från beställning till levererad produkt/tjänst. Det viktiga är att kunden ska känna sig nöjd och ibland kan det vara befogat, gäller inom servicesektorn, att slösa lite med resurserna för att ge kunden en större värdeökning (Bicheno m. fl., 2009). Ett exempel är den personliga kontakten med en försäljare vid ett större inköp, t ex en bil. Kunden skulle kunna stå i kö, precis som i en matvarubutik, och när det blir kundens tur skulle

försäljaren kunna diskutera fåordigt om det tänkta bilköpet, utifrån kundens behov. Men för att få igenom en smidig bilaffär, där kunden känner sig betydande, är det tvunget att säljaren tar sig tid, slösar lite med sina resurser, allt för att kunden ska få ett högre upplevt värde.

### **5.2.3 Slöseri för kunden**

Utifrån kundens synvinkel finns det slöserier definierade (Bicheno m. fl., 2009, s. 23-24):

1. *"Försening"*
2. *"Repetering"*
3. *"Onödiga rörelser"*
4. *"Otydlig kommunikation"*
5. *"Felaktigt lager"*
6. *"Förlorad möjlighet"*
7. *"Fel i servicetransaktionen"*

Ett sätt att angripa och försöka eliminera slöserier är att se dem utifrån kundens perspektiv. Som tidigare benämnts kan eliminering av falska behov ge upphov till reducerande åtgärder även hos den utförande parten, serviceenheten.



## 6 Vad är Lean?

Ovan har Lean beskrivits inom områdena produktion, produktutveckling och service. En väldisponerad fråga i detta sammanhang torde vara: Vad är Lean?

Framställningen av Lean produktion förmedlar Lean som ett område med kunskap för bland annat slöserier, principer och verktyg. Inom Lean produktutveckling återges värderingar, principer och metoder. Slutligen inom Lean service har system, slöseri och kundfokus skådats.

Var finns likheterna mellan dessa områden och vad är Lean?

### 6.1 Definition

Definitionen på Lean är inte entydig. Det finns många synvinklar på vad som innefattas av Lean. Ett problem är att Lean definieras på olika abstraktionsnivåer (Modig & Åhlström, 2010). På ett övergripande plan kan Lean ses som en filosofi och en kultur. Mellannivå av Lean innefattar metoder och system. Medan på den nivå närmast den dagliga verksamheten är Lean förknippat med verktyg.

Sanningen ligger kanske närmast i att Lean är en blandning av alla nivåers kriterier. Det första som skönjas när Lean beskådas är alla de verktyg som finns inom området för ständig förbättring och minskning av slöseri. Men Lean handlar om mer än så. Lean handlar också om långsiktigt tänkande, respekt för människan och ständiga förbättringar (Liker, 2009).

### 6.2 Kärnan inom Lean

#### 6.2.1 Dynamisk process

Lean är en dynamisk process. Eftersom en av grundtankarna inom Lean är ständig förbättring, så är inte en organisation Lean om den inte hela tiden utvecklas (Hamon & Jarebrant, 2007). Det går mycket fort att falla tillbaka till mönster utan förbättring och då betecknas inte verksamheten som Lean längre.

Det dynamiska tankesättet är viktigt att ha med sig vid målformuleringar. Som poängterats tidigare är mål inte alltid bra, t ex inom servicesektorn. Men däremot inom produktion och produktutveckling kan tydliga mål ge de involverade extra energi att försöka lyckas (Liker, 2009).

Mål kan både formuleras dynamiskt och statiskt. Ett exempel på ett statiskt mål är:

Vi ska nå en produktion av 1000 bilar per år.

Medan ett dynamiskt mål istället formuleras enligt:

Vi ska ständigt förbättra tillverkningsprocessen, för att gynna kundens krav på kortare leveranstider.

#### 6.2.2 Tankar kring processer

En process, oavsett verksamhetsförankring, kan vara antingen resursorienterad eller flödesorienterad (Modig & Åhlström, 2010). Ett annat sätt att beskriva samma sak är som lagerinitierad eller kundfokuserad produktion (Skärvad & Olsson, 2008). En process som är resursdriven eller lagerinitierad kännetecknas av att resurserna, de aktiviteter som genererar ett ökat värde för kunden, utnyttjas maximalt. I praktiken innebär detta att produkten som står inför kommande förädling är tvungen att köa. Detta eftersom att produktionen inte ska bli arbetsbefriad någon gång. Därför är det tvunget att det finns en viss buffert, i produktion talas det om lager, inför varje moment.

En process som är flödesfixerad eller kundfokuserad tittar på varje komponents genomflödestid genom processen. Här handlar det om att minska den totala tiden som det tar för en produkt att bli klar. Till skillnad från en process med resursoptimering krävs det att lager minimeras vid flödesoptimering, eftersom detta genererar kortare totaltider för förädlingsprocesser.

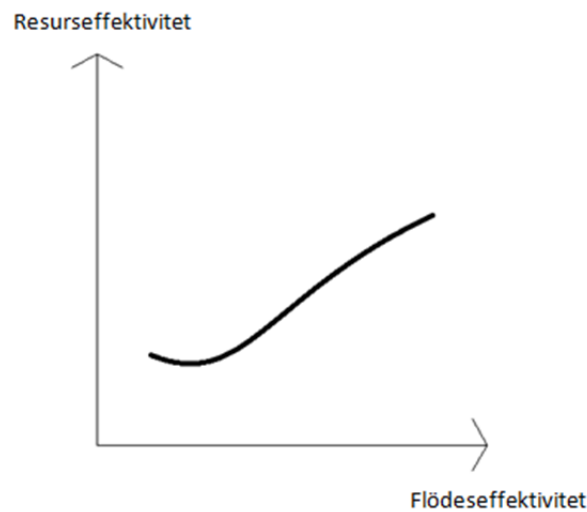
Var infinner sig Lean? Är det en process av flödestyp eller resurstyp? Impulsivt skulle jag vilja säga flödestyp. Detta eftersom, vilket genomgåtts i Lean service, det är viktigt med kundfokus. Ses scenariot utifrån ett kundperspektiv måste det vara bra med korta genomloppstider, vilket medför att resurserna inte utnyttjas maximalt. Likaså inom Lean produktion finns starkt vedertagna band mellan det löpande bandets principer och produktflöde.

Låt oss se på det hela från ytterligare en synvinkel. För att kunna göra detta måste begreppet effektivitetsmatris införas först. En effektivitetsmatris är en matris bestående utav fyra fält i ett koordinatsystem med två axlar (Modig & Åhlström, 2010). På den vertikala axeln återfinns graden av resurseffektivitet och på den horisontella axeln finns flödeseffektivitet. I en produktionslokal med stora lager vid varje maskin är resurseffektiviteten förmodligen hög. För att kunna hålla maskinerna sysselsatta i så hög grad som möjligt är det tvunget att det finns ett lager att ta av, eftersom driftstopp i tidigare processer inte skall störa den beskådade maskinen.

Däremot i en affär, där affärsbiträde står och väntar på att få hjälpa den nalkande kunden är flödeseffektiviteten hög, medans resurseffektiviteten är låg eftersom expediten står och väntar på kunden.

Utifrån dessa två exemplen skall Leans placering begrundas igen. Hög flödeseffektivitet talades det om tidigare. Fast om expediten står hälften av sin tid överksam, kan det inte då börja talas om slöseri med resurser? Detta skulle tala emot flödeseffektiviteten inom Lean. Men samtidigt vill inte kunden vänta onödigt länge på sin produkt, till följd av allt för långt gången resurseffektivitet. Detta skulle kunna innebära onödiga merarbeten, eftersom kunden ringer och frågar hur det går med produktionen. Detta genererar i så fall sekundära arbeten, vilka benämns som falska behov.

Tanken förs åter tillbaka till effektivitetsmatrisen. I den bästa av världar borde Lean finnas då både högsta resurseffektivitet och flödeseffektivitet uppnås, se figur 5. Detta är förstås inte möjligt i praktiken, då hög flödeseffektivitet kräver minimala lager, medan resurseffektivitet kräver maskiner som körs konstant utan avbrott.



**Figur 5** visar en principskiss över hur en verksamhet utvecklas från att ha varit ineffektiv i både resurs- och flödeshänseende till att bli mer effektiv.

Hur kan nu Lean och effektivitet uppfattas? Jo, erinring om att Lean är en dynamisk process krävs. Det är inte möjligt att uppnå en process som både har högsta resurseffektivitet och högsta flödeseffektivitet. Däremot kan målet vara att ständigt försöka förbättra de båda parametrarna. I koordinatsystemet innebär det en ständig strävan efter att komma längre och längre upp i området högst upp till höger.

#### 6.2.2.1 Processflöde

Ett flödes effektivitet bygger på 3 lagar (Modig & Åhlström, 2010, s. 34-40):

- *"Little's lag om genomloppstid"*
- *"Lagen om flaskhalsar"*
- *"Lagen om variationens inverkan på processen"*

##### 6.2.2.1.1 Genomloppstid

Genomloppstiden är den tid det tar för en produkt att förädlas från ett stadium till ett annat. Det kan beskrivas som den tid det tar från det att en kund, extern eller intern, beställt en produkt tills den är levererad. Denna tid beror på två saker. Först beror det på den tid det tar för varje produkt att genomgå förädlingen. För det andra beror det på hur många produkter som finns i kön till förädlingsenheten.

##### 6.2.2.1.2 Flaskhalsar

Flödet genom hela processen beror på genomloppstiden för varje aktivitet. En flaskhals är en långsammare aktivitet än andra aktiviteter i processkedjan. Denna aktivitet håller sig inte till samma arbetsrytm som resten av aktiviteterna gör.

Det som kännetecknar en flaskhals är att det bildas kö före aktiviteten och nästkommande aktivitet utnyttjas i lägre grad än vad som är möjligt.

Flaskhalsar är de svaga länkarna i processen. Ett sätt att effektivisera hela cykeln är att eliminera flaskhalsarna. Men problemet är att när en flaskhals är eliminerad så bildas en ny så länge inte alla

aktiviteter håller samma takt, dvs. produktionens genomloppsfart är samma för alla aktiviteter. Men med detta sagt är det inte ointressant att eliminera flaskhalsar. För när det hela tiden sker förbättringar av de ingående aktiviteternas genomloppstider blir processen ständigt snabbare. Undvikelse av att optimera de enskilda aktiviteterna allt för hårt måste ske. Tänk tillbaka på effektivitetsmatrisen och vad målet utefter denna är.

#### 6.2.2.1.3 Variation

Det grundläggande med variation är att det ökar genomloppstiden. Detta kan synliggöras med ett exempel med praktiskt perspektiv. Om exempelvis två produkter ska framställas med olika utseende. Varje produkt kräver ett borrat hål av en viss storlek i ett skivmaterial. De två produkterna har vars en borrhålstorlek. Detta innebär att när det är dags att producera den andra produkten, oavsett om det handlar om en eller en hel följd likadana produkter, måste borren bytas ut. Detta byte tar tid.

På samma sätt är det för service. Tänk på veterinärstationen. I förväg vet inte veterinären, med säkerhet, hur lång tid en undersökning eller en operation tar. Detta innebär i sin tur att patienter, eller för den del veterinären, bli tvungna att vänta till följd utav variation. Detta innebär att flödet inte kan nå den nivå av perfektion som önskas.

### **6.3 Värderingar m.m.**

En förklaring till vad Lean handlar om kan sammanfattas av värderingar, principer, metoder och verktyg (Modig & Åhlström, 2010).

#### **6.3.1 Värderingar**

Värderingar är de grundläggande tankarna kring hur organisationen ska vara och vad som är viktigt. Utifrån detta uppkommer en kultur. Inom en tillverkande organisation, där det finns en tydlig kund som köper något av en producent, blir detta extra visibelt. Den grundläggande värderingen blir då att sätta kunden och det som denne efterfrågar i centrum. Finns inte möjlighet att tillgodose detta krav, kan inte verksamheten bli affärsmässigt god (Modig & Åhlström, 2010). När begreppet värderingar angrips är utgångspunkten: *"Hur en organisation skall vara"* (Modig & Åhlström, 2010, s.142).

#### **6.3.2 Principer**

Principerna förklarar hur organisationen ska uppnå sina värderingar. Som skådats i tidigare kapitel, finns det 14 principer för hur Lean inom produktion skall kunna leva upp till sina värderingar. Principkonceptet utgår ifrån: *"Hur en organisation skall tänka"* (Modig & Åhlström, 2010, s.142).

#### **6.3.3 Metoder**

Efterhand som organisationen utvecklat principer inom sin organisation, krävs det metoder som talar om hur organisationen ska agera. Med välutvecklade metoder, minskas antalet sätt som uppgift kan utföras på (Modig & Åhlström, 2010). Tankarna kring metoder utgår ifrån: *"Vad ska en organisation göra"* (Modig & Åhlström, 2010, s.142).

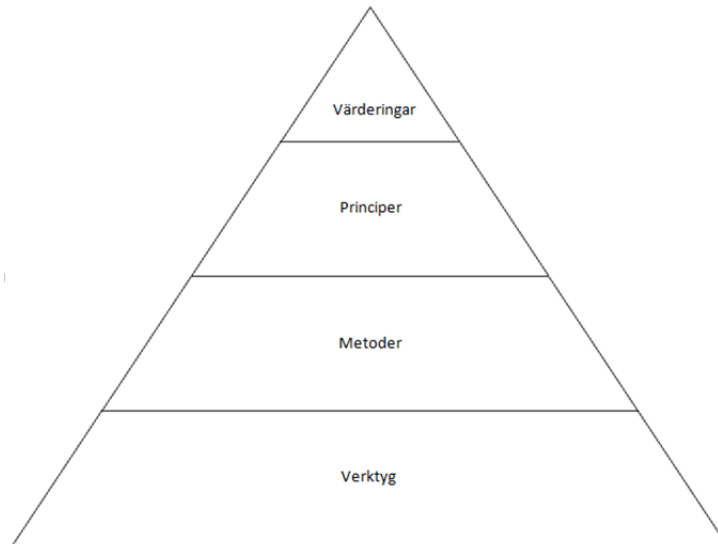
#### **6.3.4 Verktyg**

Verktyg är de handgripliga redskap som finns för att fullborda de förutbestämda värderingarna, principerna och metoderna. Exempel på verktyg är visualiseringsverktyg, återkopplingsverktyg för kunskapsinhämtning och strukturerande verktyg. Verktyg förknippas med: *"Vad en organisation skall använda"* (Modig & Åhlström, 2010, s.142).



## 6.4 Sammanfattning

Lean är en filosofi. Dess tankesätt har hittills applicerats på en mängd olika områden. Som påvisats tidigare kan Lean betraktas på olika abstraktionsnivåer. Ett annat sätt att se på Lean är utgångspunkten från värderingar, principer, metoder och verktyg. Här blir begreppet abstraktionsnivå tydligare, se figur 6.



Figur 6 visar kopplingen mellan värderingar, principer, metoder och verktyg.

Utifrån alla tre beskådade områdena med Lean är kundfokus en viktig värdering. På en hög abstraktionsnivå är Leans synsätt likvärdigt för alla tre områden. Men grävs det djupare åskådliggörs skillnader. Produktutveckling handlar om en iterativ process där misstag kan innebära nya lärdomar. Lean ligger här i kunskapsutvecklingen. I Lean produktion ses felaktig produktion, t ex felaktig eller defekt vara, som slöseri vilket skall elimineras. Slutligen inom service kan god kundkontakt ses som ett måste, fastän det kan innebära slöseri av tid.

Kontentan av detta är att alla tre områden har samsyn med Leans grundläggande synsätt. De utgår från lika värderingar, men utarbetar olika principer, metoder och verktyg för att uppfylla sina grundläggande värderingar.

Med detta skall också påpekas att välutvecklade principer, metoder och verktyg inom en verksamhet, förmodligen inte kan appliceras direkt på en annan verksamhet (Runebjörk & Wendleby, 2013).

Verktyg kommer inte att behandlas ingående i denna rapport. Det är principer och metoder som har störst inflyttade i denna studie. För att förstå vad verktyg är och hur de förhåller sig till metoder och principer, kommer några enstaka exempel på verktyg att beskrivas längre ned i detta arbete.



## 7 Människans beteende & kulturen bakom Lean

Denna studies mål är att ta undersöka energikartläggningsmetod och energiförvaltning, utifrån en litteraturundersökning där människan är i centrum. Människan kommer att interagera med systemet på olika sätt och i olika skeden. Därför ges det här en liten fördjupning i människans förmåga att bearbeta och ta till sig fakta, samt människans beslutsfattande beteende.

Några av Lean produktionsprinciper anknyter till kulturen inom företaget, hur medarbetare skall utvecklas och hur ledare ska utveckla medarbetare bland annat. Även synsättet kring hur beslut skall fattas och hur långsiktiga strategier skall efterföljas och uppnås beskrivs i principerna. Frågan är om denna kultur är genuin inom Lean-företag? Som det visas nedan är några av principerna inte alls genuina för Lean-företag, utan kulturen är något som utformats i Japan, långt mycket större än en kultur enbart hos företaget. Det kan vara bra för förståelsen skull, med en fördjupning och historisk tillbakablick.

### 7.1 Människan

I detta avsnitt kommer människans förmåga att ta emot information och bearbeta den att beskrivas. Denna beskrivning ligger sedermera till grund för förståelsen inom kommunikation mellan två mänskliga parter, alternativt en mänsklig part och en installation. Vid kartläggning är det viktigt att förstå vilken part det är som ansvarar för vad. Det är även viktigt att förstå hur samspelet mellan parterna hänger samman för att kunna utföra ständiga förbättringar.

#### 7.1.1 Människans sinnen

Människan har förmåga att upptäcka saker och registrera händelser genom sina sinnen. Det finns sex olika sinnen som människan har till sitt förfogande. Det är synsinnet, hörselsinnet, balanssinnet, muskelsinnet, känselsinnet och det haptiska sinnet.

##### 7.1.1.1 Synsinnet

80 % av alla intryck förmedlas via synsinnet. Synen är också det sinne som kan ta emot flest stimuli per tidsenhet, 10 miljoner enheter per sekund. Människan förlitar sig främst på sitt synintryck. Synsinnets uppfattningsförmåga beror på intensitet, färgval, belysningsstyrka, kontrast och betraktningssvinkel (Osvalder & Ulvengren, 2008).

Synsinnets svaga punkt ligger i att upptagningsområdet av stimuli blir koncentrerat. För att kunna få en visuell bild av allt som omger betraktaren, måste denna vända hela kroppen. Detta är en stor skillnad jämfört med hörselsinnets förmåga att registrera vart ljud kommer ifrån.

##### 7.1.1.2 Hörselsinnet

Människans uppmärksamhet fångas lättast genom signaler till hörselsinnet. Om ljudet når fram till hörselsinnet eller ej beror på intensitet, frekvens och lokalisering. Hörselsinnet är alltid öppet och fungerar bland annat som hjälp för synsinnet (Osvalder & Ulvengren, 2008). Detta beror på att hörselsinnet, genom sin förmåga att återge varifrån ljudet kommer, kan ge information till synsinnet om i vilken riktning ny information kan tänkas uppkomma.

Hörselsinnet är alltid närvarande, på gott och ont. Det negativa är att det inte går att fokusera på endast ett ljudstimuli och stänga alla andra utanför. Omkringliggande ljud, brus, kan medföra att informationen blir svårtolkad eller till och med feltolkad (Nilsson m. fl., 2008).

### 7.1.1.3 Balanssinnet

Balanssinnet berikar uppfattningen om hur kroppen är orienterad i förhållande till tyngdkraften. Vid många tillämpningar, då människans ska försöka att fokusera utifrån en given uppgift är det bäst om uppgiften och omvärlden utformas och nyttjas på så vis att balanssinnet utnyttjas minimalt. Desto mindre antal sinnen som arbetar parallellt, desto bättre kan de verksamma arbeta (Osvalder & Ulvengren, 2008).

### 7.1.1.4 Muskelsinnet

Muskelsinnet består av två delar. Dels är det en del som talar om var kroppens delar befinner sig i rummet. Den andra delen informerar om hur människan rör sig, genom receptorer som registrerar rörelser i leder (Osvalder & Ulvengren, 2008).

### 7.1.1.5 Känslsinnet

Människans välbefinnande registreras i stor utsträckning av känslsinnet. Beröring på huden, temperaturer, kliande och kittlande känslor samt smärta kan registreras (Osvalder & Ulvengren, 2008).

### 7.1.1.6 Haptiska sinnet

Det haptiska sinnet skiljer sig lite från de andra sinnen. Haptik beskrivs av hur människan lärt känna omgivningen genom sin beröring (Osvalder & Ulvengren, 2008). Detta sinne används då de andra sinnen är upptagna eller inte kan tillgodogöra sig all information som krävs för att beslut skall kunna fattas.

### 7.1.1.7 Slutord sinnen

Enda vägen att delge information till människan är genom sinnen. Om flera sinnen tar in information från samma händelse, ökar förståelsen för det som sker och risken för missförstånd och misstolkningar minimeras (Osvalder & Ulvengren, 2008).

När det gäller sinnen finns det alltid ett tröskelvärde som måste överskridas för att informationen skall kunna registreras. Exempel på tröskelvärde för känsel är en flugvinge som faller mot en kind från 1 centimeters höjd. Detta är det minsta stimuli som känslsinnet kan uppfatta (Osvalder & Ulvengren, 2008).

## 7.1.2 Uppmärksamhet

De olika sinnen har olika kapacitet att ta in olika stimuli. Hörselsinnet kan ta emot 100000 stimuli per sekund, medan känseln bara kan ta emot ynka 5 stycken per sekund. Av alla dessa sinnesupptäckter kan endast ett fåtal, cirka 50 stycken per sekund, nå medvetandet (Osvalder & Ulvengren, 2008). Urvalet beror på relevans och intensitet av fakta (Bergström, 2012).

Människans uppmärksamhet fördelar sina resurser, för att kunna ta in den fakta som redogörs genom sinnen. Eftersom att flera sinnesupptäckter kan registreras samtidigt kan också fakta komma människan till godo från skilda områden. Men det skall noteras att delad uppmärksamhet ger lägre kvalitet på varje händelse i närområdet (Osvalder & Ulvengren, 2008).

När människan fått information om omvärlden bearbetas denna. Människan bygger själv upp sin egen tolkning av omvärlden utifrån sina sinnen. Detta kan innebära att två människor tolkar information på olika sätt utifrån deras varseblivning, perception. Informationens tolkning beror på erfarenhet, den situations som människan befinner sig i samt parternas värderingar (Bergström, 2012).

### 7.1.3 Beslutfattarens beteende

Människans beslutfattande beteende kan delas in i tre delar, efter medvetandegrad (Osvalder & Ulvengren, 2008):

- Färdighetsbaserat beteende
- Regelbaserat beteende
- Kunskapsbaserat beteende

#### 7.1.3.1 Färdighetsbaserat beteende

Exempel på färdighetsbaserat beteende är att öppna dörrar. Denna handling utförs utan att medvetenhet behöver råda. Det som är bra med aktiviteter av denna typ är att de inte inkräktar på människans kapacitet. Människan har en begränsad kapacitet att medvetet ta emot stimuli. När omedvetna aktiviteter utförs har människan också möjlighet att ta sig för flera andra aktiviteter samtidigt. Exempel på detta är att köra bil, samtidigt som människan medverkar i en konversation. Färdighetsbaserat beteende kan tränas upp.

#### 7.1.3.2 Regelbaserat beteende

Utifrån ledtrådar kan människan bli observant på vad som krävs i en situation. Ledtrådarna för tankarna till regler för hur situationen skall lösas. Detta innebär att personen måste ha varit med om situationen tidigare. Exempel på regelbaserat beteende är när människan bestämmer sig för att försätta bilen i rullning, vid omslag till grön signal. Situationen är känd sedan tidigare och människan vet vad den ska göra vid given signal.

Det krävs lite kapacitet i korttidsminnet med aktiviteter kopplade till det regelbaserade beteendet. Uträttar människan en viss syssla rutinmässigt blir det slutligen något som kan göras omedvetet.

#### 7.1.3.3 Kunskapsbaserat beteende

Då inte regler finns att tillgå i minnet krävs det mer mentalt arbetet för att utföra en aktivitet. Det handlar om situationer som människan inte varit utsatt för tidigare. I dessa fall krävs det att människan arbetar aktivt för att lösa situationen. Detta bidrar till att människan inte kan utföra andra saker parallellt, förutom färdighetsbaserat beteendestyrd aktivitet, eftersom all uppmärksamhet är riktad mot en aktivitet som tar all mental styrka. När kunskapsbaserat beteende används, reduceras antalet stimuli som människan kan er hålla per tidsenhet.

När ett problem är löst, med lyckat resultat, sparas kunskapen hos människan och kan senare användas och framtagas med hjälp av regler. Då är det forna kunskapsbaserade beteendet istället ett regelbaserat beteende.

## 7.2 Kultur & historisk tillbakablick

Efter andra världskriget befann sig Japan i en situation med brist på kapital. Av detta blev följden att företagets lager skulle reduceras och de saker som producerades behövde säljas direkt (Liker, 2009). Ingen överproduktion, att tala om, kunde företagen unna sig. Detta synsätt är i linje med principen för *Just-in-Time*.

Till följd av landets geografiska placering, var och är de inhemska resurstillgångarna begränsade. Att tillvarata det som finns och inte slösa med de resurser som finns att tillgå har varit vedertaget inom Japans företag. Att hushålla med resurser står inte heller i konflikt med Japans troende buddhister syn på slöseri (Lundgren, 2010).

För den stora skaran arbetare i Japan har det varit viktigare med status än lön (Edman, 2006). För de arbetsförda har livet kretsats mycket kring företaget som de var anställda vid (Lundgren, 2010). Att det blivit så beror på att hela statssystemet var uppbyggt kring företagen. Boende för den enskilda familjen var inte sällan hyrda av företaget de jobbade på. Mellan arbetare och företag har det kunnat finnas en relation som låntagare, den anställda, och långivare, företaget.

Detta kan vara orsaker till att lojaliteten, från arbetstagarna, mot företagen har varit och är hög i Japan. Dessutom bygger löneutvecklingen på lojalitet och hängivenhet. Detta resulterar i att de anställda motvilligt vill byta anställningar. Ett tecken på lojalitet ges av de frivilliga träffar som funnits för arbetare, för att diskutera produktionsförbättringar efter arbetstid (Sandkull & Johansson, 2009).

Japans regering gjorde en satsning i slutet på 1940-talet för att höja kvalitetsmedvetandet hos företag och deras anställda (Sandkull & Johansson, 2009). Inom Lean har man hellre sett på kvalitet än på minskade kostnader. Dessutom fanns det, under denna period, ett nära samarbete mellan näringsliv och statlig verksamhet (Liker, 2009).

På 1960-talet gjordes det en satsning på att medarbetare skulle bli integrerade medarbetare (Sandkull & Johansson, 2009). Med detta menas att de anställda skulle känna tillhörighet i företaget, en familjär känsla.

I Japans näringsliv har man haft och har fortfarande en vedertagen kultur om tid. I utvecklingsfaser och diskussioner kring samarbete och dylika affärsfrågor mellan företag, är inte tiden någonting värd. Det får ta den tiden det vill, om saker ska kunna bli rätt från början. I motsats till detta är slöseri av tid i produktionsfasen direkt avgörande. Finns det tidsslöseri skall det elimineras (Edman, 2006). Resonemang kring tid finns upptaget i Lean produktionsprinciper.

Att anställda är obenägna att byta arbetsgivare är bra för företagen. Långsiktigheten i detta resulterar i att företagen vågar satsa på utbildning för sina anställda under hela den yrkesverksamma perioden (Edman 2006). Efterhand som de anställda blir äldre och förhoppningsvis visare har de möjlighet att utvecklas tillsammans med företagen och nå högre upp i hierarkin, nå en högre status.

I Japan har det funnits och finns fortfarande en grundidé hos landsmännen om att världen är god. En annan grundläggande företeelse är att de anställda gör sitt bästa. Att de inte alltid lyckas lösa sina uppgifter är inte det primära alla gånger. Det som är viktigt är hur de anställda försöker lösa sina uppgifter (Edman 2006). Detta resulterar i att företagen måste ge de anställda tillit och ge dem utrymme. Utan denna tilltro på människorna kan inte förbättringsförslag uppkomma, vilket är centralt i Lean (Sandkull & Johansson, 2009). Det gäller också att respektera människorna och inte finna syndabockar. Har ett fel blivit begånget är det den bakomliggande faktorn många gånger som måste lösas, så att inte samma misstag upprepas igen (Lundgren, 2010).

## 8 Lean energiförvaltning

Som förklarats tidigare är inte benämningen på Lean klart karakteriserad. Lean kan beskrivas på olika sätt, men grunden är densamma. Nu ska ännu ett område för Lean introduceras, skapad av mig. Lean energiförvaltning benämner jag det. Tanken är att introducera Lean för energiområdet inom fastighetsförvaltning. För att kunna göra detta måste några grundläggande ting belysas. Fastigheten Leans betydelse måste förklaras ingående innan kartläggningsmetoden för Lean energiförvaltning kan bearbetas.

### 8.1 Fastigheten Lean

Fastigheten Lean betecknas som en byggnad, där förvaltning sker utifrån Leans värderingar. I detta hus skall principer, metoder och verktyg framtagna för fastighetsförvaltning, precis som inom andra områden med Lean, användas.

En fastighet är en markbit avgränsad i horisontalplanet (Lundberg m. fl., 2011). Däremot handlar fastighetsförvaltning allt som oftast om att förvalta de fastighetstillbehör som finns på fastigheten. Fastighetsförvaltning är ett sätt att skapa utrymme med service genom juridiska, tekniska och ekonomiska tillvägagångssätt (Hansson m. fl., 2007).

I denna studie betraktas energiförvaltning av fastighetstillbehör, dvs. byggnader. Det finns två orsaker till valet av beteckningen fastigheten Lean. Egentligen är det Lean fastighetstillbehör, eller mer specifikt Lean hus/byggnad som beskrivs ovan. Men att benämna det valda området med Lean hus, skulle innebära onödig förväxling med TPS-huset, vilket också benämns som Lean-huset. Den andra anledningen till valet av fastigheten Lean är att jag vill poängtera vikten av att Leans filosofi inte skall ses ur ett isolerat område. Tyngdpunkten ligger inom förvaltningen av byggnader, men det breda perspektivet skall beaktas. Jämför detta med princip 11 inom Lean produktion.

I fastigheten Lean tillämpas samma grundtankar som i vilken Lean verksamhet som helst. Lean kan delas upp i 4 delar (Liker, 2009, s. 97):

- *"Filosofi"*
- *"Processer"*
- *"Anställda & Partners"*
- *"Problemlösning"*

Med filosofi menas vikten av långsiktigt tänkande. Kunden i centrum är en självklarhet. Det gäller att hitta ett långsiktigt tänkande, med personal som är anpassningsbara och ingår i en lärande organisation, ty förändringar i omvärlden är viktiga att följa (Liker, 2009). Inom begreppet filosofi inbegrips också ständig förbättring.

Fastigheter är Sveriges största ekonomiska tillgång (Lantmäteriet, 2012). Med stora ekonomiska värden bör långsiktighet följa naturligt. Därför blir det inte besynnerligt att tala om fastigheten Lean som en fastighet där långsiktigt tänkande är grunden för alla som berörs av byggnaden.

Med process förs tankarna till flödesorienterade processer. Enstycksflödet, där varje produkt förflyttas från en värdeökande maskin till en annan utan tidsslöserier i lager, är grundtanken. Utgångspunkten är rätt produkt vid rätt tillfälle i rätt mängd. I ordet process finns också tanken på en produkt med noll fel (Liker, 2009). Att se processer och värde från ett kundperspektiv är viktigt i fastigheten Lean.

Anställda och partners inbegriper den mänskliga hand som styr och ständigt utvecklar fastigheten Lean. Fastigheten Lean har inget egenvärde utan de kunder som är och verkar inom fastigheten. Därför blir det centralt att människorna som verkar i fastigheten Lean får möjlighet att ständigt utvecklas, för att kunna utveckla nya och förbättrade metoder samt verktyg för fastigheten Lean. Det är nu problemlösning kan börja omtalas. Mer omfattande utvecklingar behandlas enligt Lean produktutveckling.

Som syns i nästa avsnitt finns det ett flertal involverade parter inom ramen för fastigheten Lean. För dessa parter är de 4 grundtankar centrala.

## 8.2 Parter

### 8.2.1 Fastighetsföretaget

För fastighetsföretagande, precis som för vilket företag som helst, finns intressenter, som har möjlighet att påverka och påverkas av företaget (Skärvad & Olsson, 2008). Intressenter för fastighetsföretagande är (Olander, 2012):

- Ägare
- Brukare
- Kreditgivare
- Samhället
- Anställda
- Förvaltare
- Leverantörer

I denna studie är avgränsningen, enligt avsnitt Avgränsningar. Av de aktuella intressenterna skall de upptagas som är relevant för denna studie med tanke på energislöseri.

Först vill jag kategorisera intressenterna enligt nedan:

- 1 **Förvaltarorganisation:** Ägare, anställda, förvaltare
- 2 **Brukare:** Brukare
- 3 **Övriga intressenter:** Kreditgivare, samhälle och leverantörer

Kategoriseringen sker utifrån tre tänkta perspektiv. Förvaltarorganisationen, bestående av ägare, anställda och förvaltare, är en intressesvärm som har möjlighet att påverka energisystemet, genom bland annat underhåll och byggnationsval. Brukaren har förmåga att påverka energianvändningen genom sitt sätt att bedriva sin verksamhet i byggnaden. De övriga intressenterna kan också påverka fastighetsföretagandet. Dock, ur energisynpunkt och utifrån denna studies avgränsning, kan inte de övriga intressenterna påverka byggnadens energianvändning.

Ur energiperspektiv är leverantören, energileverantören, den part som ser till att rätt mängd energi når byggnaden i rätt tid. I studien studeras endast den energi som omsätts inom byggnaden, alltså är energileverantörens agerande utanför denna studies avgränsningar.

Kreditgivaren, vars mål är att förränta sitt kapital, har ingen direkt inverkan på energisystemet. Är det så att ägaren vill förändra energisystem, såsom nyinstallation och ombyggnation, är det möjligt att ägaren vänder sig till kreditgivaren för att få tillgång till likvida medel. I denna studies omfattning



finns inte kopplingen mellan kapitalframtagning och energisystemens utformning. Därför är inte kreditgivaren en intressent som berörs i denna studie.

Som poängterats tidigare är det brukarkraven som skall uppnås, varken mer eller mindre energi skall omsättas i byggnaden än vad kunden kräver. Samhällets krav på byggnadens energisystem har inte tagits upp i denna studie. Tanken bakom denna förenkling är att kundkraven överensstämmer med samhällets minimikrav eller att kundkraven är hårdare än samhällets krav på god energihushållning.

Slutsatsen är att brukare och förvaltarorganisation är aktuella intressenter i denna studie. Det är endast dessa intressenter som kan påverka energiflödet inom byggnaden. I fortsättningen av denna studie kommer inte alla intressenter inom varje kategori att benämnas, utan endast kategorierna brukare och förvaltare. Förvaltare ersätter den tidigare benämnda förvaltarorganisationen.

## **8.2.2 Parter i fastigheten Lean**

Ur föregående avsnitt har det framgått att det finns både brukare och förvaltare som kan påverka och påverkas av energisystemet. Nedan ges en klarare beskrivning av hur parterna interagerar med fastigheten Lean. Dessutom kommer ytterligare en part, icke human, att ses som en naturlig del av fastigheten Lean. Denna part har, precis som övriga parter, möjlighet att påverka energianvändningen i båda riktningar beroende på hur fastighetsföretagandet bedrivs och hur de tekniska energisystemen utformas. Det som beskrivs är fastigheten som en part.

### **8.2.2.1 Brukaren**

Brukare är de som nyttjar fastigheten. Brukaren skall ses som slutkund, inom den avgränsning som gjorts för denna rapport. Det är för brukaren som byggnaden finns. Energiflöde som har att göra med installationer, så som ventilation och värme, har brukaren svårt för att påverka direkt. Det enklaste sättet att påverka dessa parametrar är genom att bruka en mindre area, vilket medför en mindre energimängd per verksamhet.

Däremot brukarens vanor och beteende, förknippat till energianvändning, kan påverkas av brukaren själv. Verksamhetsenergin omfattning kan inverka starkt på mängden energi som flödar genom byggnaden. Brukaren kan även påverkas av energiflödet. En energiminimeringsåtgärd, genom att minska på energiflödet i byggnaden, utan att effektivisera systemet skulle kunna påverka brukarens välbefinnande. Exempel på detta är lägre temperatur och lägre luftflöde.

För att motverka förekomsten energieffektiviserande åtgärder med negativa inslag finns brukarkrav. I denna studien är utgångspunkten att brukarkraven finns givna för energikartläggningen. Detta innebär att denna studies syfte inte är att minimera komforten genom att leverera en lägre standard än brukarkraven. Som jämförelse inom Lean produktion finns teorin om att inte pressa människor att jobba hårdare, utan använda resurserna effektivare (Hamon & Jarebrant, 2007).

### **8.2.2.2 Förvaltaren**

Fastighetsförvaltaren är den part som ser till att energiflödet kommer in i byggnaden. Denna part är både kund, jämte energileverantörer utanför byggnaden, och dels leverantör av energi jämte brukaren.

Som leverantör ska energiförvaltaren, i sann Lean anda, sätta kunden i centrum. Det innebär att förvaltaren ska kunna leverera rätt mängd energi, i rätt tid.

Förvaltaren kan påverka de tekniska delarna av energiflödet, till exempel genom underhåll och justeringar. Generellt är förvaltarens uppgift att se till så att de tekniska installationerna behåller sina funktioner och lever upp till de förutbestämda kravspecifikationerna (Bokalders & Block, 2009). Att

ha som mål att jobba förebyggande och att hela tiden försöka eliminera energislöseri är grundtanken för förvaltaren av fastigheten Lean.

### 8.2.2.3 Fastigheten

Tekniska installationer finns i fastigheten Lean för att distribuera och omvandla energi inom fastigheten. Dessa installationer är en del av fastigheten, en av parterna i fastigheten Lean. En uppdelning av de tekniska installationerna kan göras utifrån klimatstyrande installationer och betjänande installationer (Abel & Elmroth, 2008). Till klimatstyrande installationer räknas värmesystem, ventilationssystem och kylsystem. System för tappvatten och avlopp, telenät, datornät och elnät är betjänande installationer. De klimatstyrande installationerna kan också ses som en grund, medan de betjänande är olika tillbehörssystem som är till för den specifika verksamheten. Fastigheten kan påverka energiflödet genom olika utformning på systemens tekniska lösningar.

Fastigheten kan också påverkas av energieffektiviserande åtgärder. Precis som brukaren är även fastigheten en kund. Den har som krav att skötas på ett sätt som är i linje med långsiktig hållbarhet. Ett exempel, ur energisynpunkt, är att minska fuktkvoten i ytterkonstruktioner. Anledningen till detta är att fuktiga material har större värmeledningsförmåga än torra material (Nevander & Elmarsson, 2011).

Ur fastighetens, byggnadens, synvinkel är ett krav att materialens fukthalter inte skall bli alltför höga. Fuktrelaterade skador kan exempelvis vara att trä och träprodukter ruttnar, svällning av träprodukter, mögel på organiskt material, förtvålning av golvlim, sönderfrysning och korrodering (Burström, 2007).

### 8.2.3 Sammanfattning fastigheten Lean

Det som försöker visualiseras med fastigheten Lean är att det finns möjligheter med Leans filosofi och energiförvaltning av byggnader. Med texten ovan har jag försökt täcka de grundläggande tankarna för Lean, inom energiförvaltning.

Kontentan är också att energieffektiviserande åtgärder inte kan utgå från endast en part. Det finns flera kunder, beroende på var avgränsningen sker, och deras krav skall uppfyllas oberoende av hur omfattande energikartläggning som genomförs. Energibesparande åtgärder som innebär att kundkrav inte kan uppnås är inte förenligt med energieffektivisering (Abel & Elmroth, 2008).

Kom ihåg citatet i avsnittet om produktutveckling, *...att höja livskvaliteten för en person utan att sänka den för någon annan*. Jag tänker mig att innehållet i detta citat även kan eftersträvas mellan olika parter, även om de inte är mänskliga båda. Det som jag vill framföra är att det inte enbart går att höja kvaliteten för brukaren, om det är så att byggnaden riskerar att brytas ned i förtid som följd av detta.

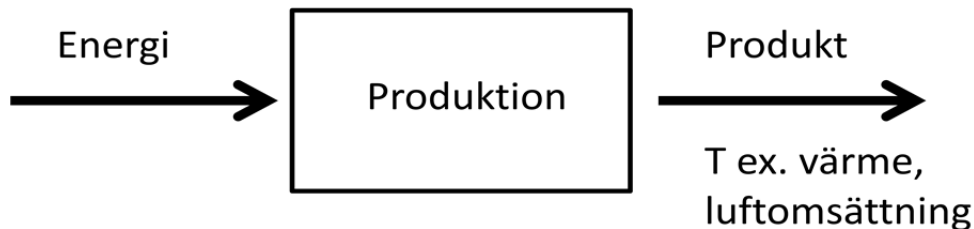
## 8.3 Sambandet mellan produktion, service, produktutveckling och Lean energiförvaltning

Att litteraturstudien valts att utgå ifrån Lean produktion, Lean produktutveckling och Lean service är ingen slump. För att svara på varför dessa områden har valts skall ett resonemang om energi och energiförvaltning framföras.

Centralt inom Lean är kunden och värdeskapande för denne. Det är inget tvivel på att det finns en kund, brukare, i fastigheten Lean. Men vad är egentligen energiförvaltarens roll i fastigheten Lean? Förvaltning handlar om att *"sköta eller administrera något för någon annans räkning"* (Nationalencyklopedin, 2013). Energiförvaltarens uppgift i fastigheten Lean är, rakt översatt till

studerat område, att sköta och administrera energi. Att det är för någon annans räkning är inte säkert, då fastighetsförvaltning kan bedrivas både internt inom fastighetsföretaget men också externt.

Tanken bakom Lean produktion och Lean service, är att energisystem kan ses ur båda perspektiven, enligt min mening. Energiproduktion är exempelvis produktion av värme och ventilationsluft, se figur 7. Här är tillförsel av energi ett måste för att uppfylla kundens krav, t ex rätt temperatur och godtagbar luft.



Figur 7 visar energi som en av komponenterna vid produktion.

Men jag ser även energiförvaltningen som en service. Det är förvaltaren som ser till att rätt energimängd och rätt art av energi tillförs byggnaden, efter kundens önskemål. Det är även förvaltarens uppgift att se till så att energisystemet underhålls så att kunden får det den efterfrågar, utan produktionsstopp.

Att jag valt att även titta på Lean produktionsutveckling är med tanke på att systemet någon gång måste bytas ut och förnyas. Att förbättra energisystemet handlar dels om att de inblandade parterna i energisystemet skall försöka förbättra energisystemet ständigt, ständig förbättring enligt Leans 14:e princip. Men det handlar också om att förbättra de tekniska installationerna som finns i energisystemet. Större förändringar i energisystemet måste föregås av en produktutvecklingsfas, där varje steg mot energieffektivare installationer måste vägas mot varandra, set-based design.

Att se Lean produktion och Lean produktutveckling som två delar som interagerar med varandra, tror jag är ett måste inom fastigheten Lean, då både fastighetens installationer och dess verksamhet skall kunna förbättras ständigt.

## 8.4 Lean energiprinciper

Nedan kommer en teoretisk analys utav de 14 principerna för Lean produktion att göras i syfte att se principernas förmåga att appliceras som energiprinciper.

### 8.4.1 Princip 1:

*"Basera era ledningsbeslut på långsiktigt tänkande, även då det sker på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål."*

Långsiktigt tänkande är grunden i hela filosofin. I avsnittet om fastigheten Lean var en slutledning vikten av långsiktighet vid ägande och förvaltande av fastigheter. Investeringar i energieffektivisering bör bemästras med samma princip.

Genom följande punkter förtydligas princip 1 för energiförvaltning:

- Primärt skådas värdena utifrån kundens/kundernas synvinkel.

- Tänk på värde i ett vidare begrepp än ekonomiska termer i första hand. Energieffektiviserande åtgärder kan ge synergieffekter som gynnar mer än bara kunden direkt.
- Självklart måste energieffektiviseringsåtgärder förankras i beslut med utgångspunkt från hur mycket resurser energieffektiviseringen kräver. Lösningar som ger låga energibehov och som kräver stora resurser är inte energieffektiva (Abel & Elmroth, 2008).

#### 8.4.2 Princip 2

*"Skapa kontinuerliga processflöden som för upp problemen till ytan."*

Enligt Leans lära finns visionen om att antalet fel ska vara noll i en produktion, se *TPS-huset*. Men om fel ändå uppstår ska de åskådliggöras direkt.

Denna princip kan överföras i sin helhet till Lean energiförvaltning. Som påtalats tidigare, se *Fastigheten Lean*, finns det flera olika system som transporterar och förmedlar energi i en byggnad. Kanske utförs samma värdeökande åtgärd i flera system? System kan också motverka varandra, tänk på klimatinstallationer som kylning och uppvärmning.

Ett exempel på ett system som, i och för sig, för upp problemet till ytan, men inte inom rimlig tidsrymd, är följande byggnad med internvärmealstrande produktion. På bilden nedan syns varje fog mellan blocken som väggen är uppbyggd av. Att det blir så, beror på fogens större förmåga att transportera värme. Fogen har sämre värmekonduktivitet än blocken i väggen. Detta genererar en högre temperatur på väggen, där det förefaller en fog. De delar med lägre temperatur, bidrar till att biologisk påväxt kan förekomma i större utsträckning, eftersom kallare ytor har högre relativ fuktighet än varma ytor under större delen av året (Wadsö, 2012). Illustration av fenomenet ges av figur 8.



Figur 8 visar köldbryggor, genom den varierande mängd biologisk påväxt på väggen.

### 8.4.3 Princip 3

*"Låt efterfrågan styra för att undvika överproduktion."*

Princip 3 är bra för några tillämpningar inom energiförvaltning. Men precis som för princip 1 måste energieffektivisering ske utan att oproportionellt stora resursers används. Vid varje aktivitet bör princip 3 avvägas utifrån fall till fall.

Exempel är uppvärmning av tappvatten. Ska princip 3 följas innebär det att ackumulerat tappvarmvatten ska undvikas. Men i detta skeende skall avsteg från princip 3 göras till följd av alltför stor resursinsats.

Ett annat exempel är tappvarmvattenbehov över tiden. Är det så att tappvarmvattnet inte används under längre tider ska det inte finnas ett lager av varmvatten som hela tiden genererar energislöseri.

### 8.4.4 Princip 4

*"Jämna ut arbetsbelastningen."*

Bakgrunden till princip 4 är viljan om att undvika ojämnheter som stundtals kan överbelasta människor och maskiner (Liker, 2009).

Ett par saker finns inom energiförvaltning som gör att princip 4 inte kan tillämpas direkt. För det första sköter sig energisystem i byggnader till stor del med automatik, exempelvis ventilations- och uppvärmningssystem. Den mänskliga, direkta inverkan är inte stor i flertalet installationssystem.

Det andra som talar emot principen är variationen i arbetsbelastning. I kapitlet *Lean Service* beskrivs Muri, överbelastning, och Mura, ojämnheter. Likheten mellan Lean Service och Lean energiförvaltning finns i att det inte alltid går att förutspå den kommande efterfrågan. Inom service handlar det om hur många kunder som ska bli behjälpta under en dag, medans inom energiförvaltningen finns vädervariationer, som påverkar mängden energi, som måste tillföras. Poängen är att det finns faktorer som inte går att påverka, detta innebär att det kan förekomma fall då det blir omöjligt att uppfylla princip 4.

Princip 4 revideras, för att passa som energiprincip:

Jämna ut arbetsbelastningen i de fall grundorsakerna är påverkningbara.

### 8.4.5 Princip 5

*"Bygg upp en kultur där man stoppar processen för att lösa problemen, så att kvaliteten blir rätt från början."*

Som det förmedlades i kapitlet *fastigheten Lean* finns det flera parter inom byggnaden. Med kultur åsyftas den kultur som finns inom ett tillverkande företag, producentens kultur. I energiförvaltningsfallet inbegriper kulturen alla parter i fastigheten Lean. Det är, som antytts tidigare, både upp till förvaltare och kunder att energiförvaltningen sker på ett tillfredställande vis.

Omformulering av princip 5:

Bygg upp en kultur som gäller alla människor involverade i fastigheten Lean, där man stoppar processer för att lösa problem, så att kvaliteten blir rätt från början.

#### **8.4.6 Princip 6**

*"Lägg standardiserade arbetsätt till grund för ständiga förbättringar och personalens delaktighet."*

Först måste påpekas att personalen i detta avseende är förvaltarna. Deras arbetsuppgifter är både av övervakande och förebyggande karaktär. Princip 6 kan inte enbart appliceras på produkten, energiflödet, utan också på den tjänst som energiförvaltningen medför.

För det andra är skiljelinjerna mellan kund och producent lite diffus i fastigheten Lean. De ingående personerna ses mera som partners, än som kunder, leverantörer och producenter. Tänk på en brukare som öppnar ett fönster. Personen påverkar energiflödet och skulle då kunna ses som en operatör vid energiflödet. För fullständig förklaring av exemplet med fönstret, se vidare under avsnitt 8.8.2.1

Att förbättring bygger på personalens delaktighet är givet. Men i detta fallet, i en byggnad, är det inte alls säkert att parten som definieras som kund, har vetskap om hela systemets uppbyggnad. Med detta understryks vikten av delaktighet och förbättringar som kan åstadkommas genom en dialog med kunderna. Men förändringar i de standardiserade systemen, som är applicerbart inom energiförvaltning, bör göras av sakkunniga. Den som har kunskap inom området, enligt riktlinjer för princip 1, bör vara med och ta beslut om förändringar i systemet. Men förslag kan mycket väl komma från kunderna.

Omformulering av princip 6:

Lägg standardiserade arbetsätt till grund för ständiga förbättringar och parternas delaktighet.

Tanken med ett standardiserat arbetsätt verkställs genom verktyget 5S, se avsnitt 5S.

#### **8.4.7 Princip 7**

*"Använd visuell styrning, så att inga problem förblir dolda."*

Tanken på noll fel i produktionen är av stor vikt för energiflöden. Uppstår ett fel ska det synas. Fel som ligger dolda i systemet innebär i detta fall energislöseri. Därför är det av högsta vikt att systemet utformas så att problem förs upp till ytan.

#### **8.4.8 Princip 8**

*"Använd bara pålitlig, väl utprovad teknik som stöder personalen och processerna."*

Att använda teknik, som stöd till processen, och att denna skall vara välutprovad och pålitlig känns relevant för system i byggnader. Anledningen är att systemet skall hålla i många år. Det kan medföra stora ingrepp i byggnaden om ny teknik tillförs i efterhand.

Precis som vid princip 7 skiljer sig Lean produktion och Lean energiförvaltning något. I produktionen används teknik som stöd till människan i tillverkningen (Liker, 2009). I energiförvaltning är förvaltaren inte enbart i tillverkningsfasen. Det handlar om att ha teknik som stöd för förvaltningen. Pålitlig och välutprovad teknik som fungerar som stöd åt förvaltaren för att övervaka processen är en mer specifik anpassning.

Princip 8 formuleras som:

Använd bara pålitlig, väl utprovad teknik som stöder förvaltarna och processerna.

Då det är dags att utveckla ny teknik är en god idé att stödja sig på Lean produktutvecklings lära där produktutveckling bygger på redan inhämtad erfarenhet, se mer under kapitlet *Lean produktutveckling*.

#### **8.4.9 Princip 9**

*"Utveckla ledare som verkligen förstår arbetet, lever efter Toyotas filosofi och lär ut den till andra."*

Som påtalats tidigare är förvaltning endast en del där förbättringspotential finns. Det är också viktigt att eliminera energislöseri till följd av brukarnas beteende och vanor. Därför är det viktigt att de som förstår energisystemet, förvaltarna, lär ut grundidén till brukarna.

Princip 9 omformuleras till:

Utveckla förvaltare som verkligen förstår hela energisystemet, lever efter grundfilosofin och lär ut den till såväl förvaltarorganisation som till brukare.

#### **8.4.10 Princip 10**

*"Utveckla enastående människor och team som följer företagets filosofi."*

Eftersom utgångspunkten för förvaltare varit en grupp människor, inte som ledare, team och anställda, är denna princip endast en upprepning av princip 9. Därför kommer denna att utgå och inte gälla som en energiprincip. Genom princip 9 lär förvaltarna ut energifilosofin till brukarna. I och med detta utvecklas förhoppningsvis också brukarna.

#### **8.4.11 Princip 11**

*"Respektera det utökade nätverket av partners och leverantörer genom att utmana dem och hjälpa dem bli bättre."*

Denna princip anknyter lite till princip 9. Principen har uppstått för att behandla, respektera och utmana externa företag på liknande sett som organisationen utmanat och utvecklade sina anställda (Liker, 2009). Inom de begränsningar som finns för denna rapport ingår inte tanken på en förgrening som innebär att det tittas på energileverantörernas system för energiflöde. Därför kommer inte princip 11 vara intressant för energiförvaltning.

#### **8.4.12 Princip 12**

*"Gå och se med egna ögon för att verkligen förstå situationen."*

Denna princip finns till för att personer skall kunna fatta beslut på korrekta grunder. Dels ger det en ökad förståelse av att aktivt skåda produktionen. Dels minskas risken för missförstånd som kan uppkomma som en följd av tolkat resultat som någon annan har förmedlat.

Inom Lean produktion finns en förenklad version av princip 12 för ledningsgrupp och chefer med stora ansvarsområden (Liker, 2009). I de fall dessa inte hinner se vilka problem som finns eller vad som måste förbättras, har de medarbetare som de litar på som går och ser situationerna och återrapporterar på ett effektivt sätt. Denna teknik kallas för Hourensou.

I energiförvaltningen är denna princip säkerligen tillämpbar. Förvaltarens uppgift är att överblicka och förbättra systemet ständigt. En del av deras arbete, borde därför vara att skåda brukarens vanor och beteende. Brukarens vanor och beteende utgör en del utav systemet för energiflöde. För att förstå varför en brukare agerar på ett visst sätt är det viktigt för förvaltaren att sätta sig in i situationen.

#### 8.4.13 Princip 13

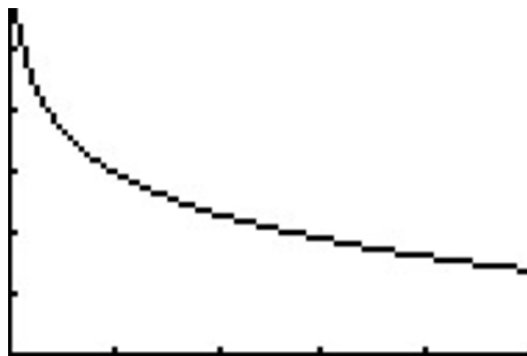
*"Fatta beslut långsamt och i konsensus, överväg noga samtliga alternativ, verkställ snabbt".*

Att fatta beslut på korrekta grunder är viktigt inom byggbranschen. Ett beslut som innebär ombyggnation av installationer i efterhand kan innebära stora konsekvenser, både för fastigheten och för ekonomin. När alla alternativ är övervägda är det ingen idé att dra ut på processen längre, vilket är överförbart till energiförvaltning. En försening kan innebära onödigt slöseri, då förbättringar kan leda till mindre energiåtgång. Denna princip kan direkt implementeras i Lean energiprinciper.

#### 8.4.14 Princip 14

*"Bli en lärande organisation genom att oförtröttligt reflektera och ständigt förbättra."*

Denna princip finns till för att förbättringsprocessen inte ska avstanna, se figur 9. I energiförvaltningen är det främst förvaltaren som ska driva på processen. Den kunskap som byggs upp inom organisationen skall bevaras och överföras för att inte varje förvaltare, eller partner ska behöva göra om samma misstag. För detta gäller ett stabilt och standardiserat tillvägagångssätt.



**Figur 9** visar en schematisk bild av energislöseri som ständigt minskar med tiden. Lean är en dynamisk process som ständigt skall förbättras.

En av de viktigaste sakerna med denna princip är att varje misstag och brist skall ses som tillfälle att dra lärdomar av. Att klandra enskilda personer är inte korrekt. Då ett misstag har begåtts handlar det om att finna orsaken till varför det kunde hända. Regeln om systemets stora inverkan och människans lilla inverkan på processen, som beskrivits i Lean Service, skall beaktas. Det gäller att finna grundorsaken till problemet.



## 8.5 Parternas principer

Efter denna genomgång på förekommande principer är det på tiden att varje part får sina principer, ty alla principer är inte aktuella för alla parter. I tabell 1 framgår det vilka principer som är aktuell för förvaltare respektive brukare.

Tabell 1 visar de principer som är aktuella för brukare, respektive förvaltare.

	Brukare	Förvaltare
Princip 1		X
Princip 2		X
Princip 3	X	X
Princip 4	X	X
Princip 5	X	X
Princip 6	X	X
Princip 7	X	X
Princip 8		X
Princip 9		X
Princip 10		
Princip 11		
Princip 12		X
Princip 13		X
Princip 14	X	X

Tabellen ovan skall ses som en sammanfattning av de framtagna principerna. Det som framgår, efter den teoretiska genomgång av principer, är att förvaltaren har ett större ansvar eftersom fler principer skall beaktas av denna part, än vad som gäller för brukaren. För vidare resonemang kring uppdelningen av principer mellan förvaltare och brukare, se *bakgrund till parternas principer*.

### 8.5.1 Bakgrund till parternas principer

#### 8.5.1.1 Bakgrund - princip 1

Energibesluten för fastigheten Lean ligger ytterst hos förvaltaren. Det är förvaltaren som skall se till att kundens, brukarens, krav blir uppfyllda. Långsiktigt tänkande är grunden i princip 1. För att fatta långsiktiga beslut, krävs det att beslutsfattaren har relevant kunskap. Om det är någon i fastigheten Lean som har kunskaper inom energiområdet så är det energiförvaltaren. Brukarens kärnverksamhet är inte att reducera energianvändning. Att låta denna part ta långsiktiga beslut, som varken har kunskap eller kanske intresse för energifrågor, verkar inte som en godartad lösning.

Om det är något energiområde som brukaren har liten kännedom om, så är det verksamhetsenergin. Men det kan inte likställas med att brukaren kan anses ha tillräckligt stor kunskap för att fatta beslut. Dessutom är det energiförvaltaren som äger byggnaden, såvida inte verksamheten äger sin egen byggnad, och detta borde innebära att långsiktigt tänkande ligger i linje med förvaltarföretagets värderingar.

#### 8.5.1.2 Bakgrund - princip 2

Brukaren betalar, direkt eller indirekt, förvaltaren för sin besittning av lokalen eller byggnaden. Betalningen avser utrymme med service, se vidare i kapitlet om *Fastigheten Lean*. I denna service

ingår också arbete med att skapa rätt processer på rätt vis. Således är det förvaltaren som berörs av princip 2, inte brukaren.

#### 8.5.1.3 Bakgrund - princip 3

Förvaltaren skall, som tidigare sagts, endast leverera det som kunden efterfrågar. Överproduktion av värme eller ventilation är exempel på energislöseri till följd av överproduktion. Ansvaret för denna överproduktion åligger förvaltaren.

Även brukaren kan tänka på överproduktion i sin verksamhet. Som framhålles i kommande avsnitt, *Energislöseri*, kan slöseri, inte energislöseri, ge upphov till indirekt energislöseri. Är det så att brukaren eliminerar slöseri inom sin verksamhet, kan också synergieffekter uppnås där energislöseri elimineras.

#### 8.5.1.4 Bakgrund - princip 4

Enligt min mening finns det två olika typer av variationer som styr energianvändningen i fastigheten Lean. Dels är det brukarvariationer och dels är det variationer till följd av omvärlden.

Brukaren kan, genom att jämna ut sin arbetsbelastning över tiden, minska sitt energibehov. Detta oberoende om det är en verksamhet inom produktion eller tjänstesektorn. Inom tjänsteföretag kan användandet av byggnaders ytor användas mer tidseffektiv, dvs. mindre antal timmar som lokaler står tomma och outnyttjade, generera energieffektiviseringar. Detta argument grundar sig på att om fler byggnader används effektivare, krävs det ett mindre antal byggnader och således minskar energianvändningen för byggnader, sett ur ett större perspektiv.

Förvaltaren har, enligt princip 2 i uppgift att utforma processflöden. Det är också dennes uppgift att utforma system inom byggnaden som är anpassat för brukarens behov. Idogt arbete för att jämna ut arbetsbelastningen för de maskinella delarna i systemet krävs. Detta arbete är förvaltarens. Förvaltaren bör även titta på brukarens beteende och om möjligt försöka hjälpa denna part med att minska energislöseriet.

De slöserier som är kopplade till omvärldens variationer är svårt att hantera. Framst är tanken på vädervariationer. Men även den långsiktiga variationen till följd av bebyggelsen runt omkring finns. Exempelvis genererar större städer värmeöar, där temperaturen blir högre inom staden. Även omkringliggande byggnader kan ge upphov till såväl lä från vinden som förstärkningseffekter av vinden (Bokalders & Block, 2009).

#### 8.5.1.5 Bakgrund - princip 5

Brukaren kan påverka en del energisystem, medan förvaltaren kan påverka de flesta energisystem. I denna princip är båda parter involverade. Det som upptäcks av brukaren kan stoppas av denna part. Samma resonemang gäller för förvaltaren.

Tyngdpunkten av innehållet i denna princip kommer att tillägnas förvaltaren. Detta beror på att kvalitet av energiproducerande verksamhet inte är lätt att skåda alla gånger. Exempelvis, när vet brukaren om luftkvaliteten håller rätt kvalitet och när är luftkvaliteten på gränsen till bristfällig? Denna skillnad kan vara svår att uppfatta, utan tillgång till mätutrustning. Däremot om kvaliteten i värmesystemet är undermålig, exempelvis för kallt inomhusklimat, är människans förmåga att känna detta utarbetad.

Det är förvaltaren som har störst insyn i det installationstekniska energisystemet och har därför också mest ansvar för princip 5. Men de kvalitetsbrister som upptäcks av brukaren skall givetvis också beaktas.

#### 8.5.1.6 Bakgrund - princip 6

Som framgått av *Princip 6* är det en växelverkan mellan brukare och förvaltare, för att komma till rätta med energislöseri. Brukaren nyttjar verksamhetsenergi aktivt och borde vara den som ser förbättringspotentialer bäst. Förvaltaren har en mera övergripande syn på verksamhetsenergin samt den part som har störst insyn i övriga energisystem. Detta medföra att det standardiserade arbetssättet för energislöseri, gäller såväl brukare som förvaltare.

#### 8.5.1.7 Bakgrund - princip 7

Främst brukaren använder sig av energisystemens produkter. Visuellt styrning, utformad för brukaren, är grundläggande för att energislöseri skall ske. Men det är först när ett visuellt system finns, som brukaren förstår, som energislöseri kan minskas. Det gäller att den visuella styrningen är utformad, så att människans sinnen kan uppfatta signalerna, se mer under *människans förmåga*. Det är även viktigt att brukaren får en möjlighet att lära sig den visuella styrningen, om inte styrningen är utformad så att människans färdighetsbaserade beteende används vid tolkning av signaler.

Om inte brukaren själv förstår eller uppfattar att energislöseri äger rum, till följd av dennes agerande, gäller det att systemets visuella utformning är riktat mot förvaltaren. Förändringar i energianvändning, ovanliga sådana, skall framgå med enkelhet för förvaltaren. Princip 7 gäller för både förvaltare och brukare.

#### 8.5.1.8 Bakgrund - princip 8

Det är förvaltaren som övervakar och utreder befintligt energisystem samt testar och inför ny teknik i energisystemen. Det är förvaltaren, och inte brukaren, som har det övergripande kunskapen om systemens förhållningssätt till varandra. Det känns som en god idé att låta förvaltaren ansvara för princip 8, utan brukarens inblandning.

#### 8.5.1.9 Bakgrund - princip 9

Återigen, som påtalats i princip 1, ligger den inte i brukarens kärnverksamhet att arbeta med energieffektivisering. Det är förvaltaren som har kunskap inom området och naturligt blir det denne part som kan förmedla filosofin till övriga.

#### 8.5.1.10 Bakgrund - princip 12

Vem är det som är problemlösaren för energifrågor? Vem är det som har tillgång till driftsdata och kan göra bedömningar? Påtagligt, genom flertalet av dessa principer, är det förvaltaren som har kunskap och därför störst förmåga att lösa problem. Det är därför som förvaltaren behöver se hur systemet fungerar. Brukaren har inte samma anledning att gå och se med egna ögon för att verkligen förstå situationen.

#### 8.5.1.11 Bakgrund - princip 13

Det är förvaltaren som äger byggnaden. Det är denne som avgör vilka och hur mycket resurser som ska satsas på olika alternativa lösningar. Helt naturligt följer då även princip 13, *...fatta beslut långsamt...överbäg noga samtliga alternativ*.

I detta sammanhang bör ett förtydligande göras. Besluten som beskrivs i princip 13 berör inte beslut i daglig verksamhet. Dessa beslut överlåtes till verksamheten i byggnaden, brukaren. Besluten löses

efter valfri metod, fastän tankar på flöde och processer från Lean kan kännas som en naturlig utveckling från fastigheten Leans sida.

#### 8.5.1.12 Bakgrund - princip 14

Princip 14 finns till för att utvecklingen inte skall avstanna. I och med att gränsdragningen mellan brukare och energiförvaltare är något diffus kan princip 14 tänkas beröra båda parterna. Förvaltaren har ett övergripande ansvar, men det är brukaren som vistas i byggnaden mest och bör därför ha en del synpunkter på energiutvecklingen för en effektivare användning.

Ett annat argument som stödjer tanken på att båda parter skall följa princip 14 är att de har ett delat ansvar för fastigheten Lean. Utvecklingen av byggnaden avstannar om inte båda parter hjälps åt, vilket betyder att fastigheten Lean inte existerar längre.

## 8.6 Övergång till energiprinciper

I efterföljande kapitel kommer principerna som tagits fram att kallas energiprinciper. De principer som är inaktuella för studien kommer att utgå. För att förtydliga vilken princip som har gett upphov till vilken energiprincip görs här en sammanställning, se tabell 2.

Tabell 2 visar vilken princip som ligger till grund för varje energiprincip. De kursivt textade energiprinciperna är identiska med de bakomliggande produktionsprinciperna. De texter som inte är kursiva är bearbetade produktionsprinciper eller förändrade för att passa in i denna rapport, med angivna avgränsningar.

Princip nr.	Energiprincip nr.	Energiprincip
1	1	<i>Basera era ledningsbeslut på långsiktigt tänkande, även då det sker på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål.</i>
2	2	<i>Skapa kontinuerliga processflöden som för upp problemen till ytan.</i>
3	3	<i>Låt efterfrågan styra för att undvika överproduktion.</i>
4	4	Jämna ut arbetsbelastningen i de fall grundorsakerna är påverkningbara.
5	5	Bygg upp en kultur som gäller alla människor involverade i fastigheten Lean, där man stoppar processer för att lösa problem, så att kvaliteten blir rätt från början.
6	6	Lägg standardiserat arbetssätt till grund för ständiga förbättringar och parternas delaktighet.
7	7	<i>Använd visuell styrning, så att inga problem förblir dolda.</i>
8	8	Använd bara pålitlig, väl utprovad teknik som stöder förvaltarna och processerna.
9	9	Utveckla förvaltare som verkligen förstår hela energisystemet, lever efter grundfilosofin och lär ut den till såväl förvaltarorganisation som till brukare.
10		
11		
12	10	<i>Gå och se med egna ögon för att verkligen förstå situationen.</i>
13	11	<i>Fatta beslut långsamt och i konsensus, överväg noga samtliga alternativ, verkställ snabbt.</i>
14	12	<i>Bli en lärande organisation genom att oförtröttligt reflektera och ständigt förbättra.</i>

## 8.7 Energislöseri

Tanken med energiprinciper är att reducera samt eliminera slöseri inom energiförvaltning, både från kundens och förvaltningens synvinkel. För erinring av hur slöseri kan beaktas, se avsnittet om *Muda, Muri & Mura*. Vad är det då som kan ses som slöseri inom de olika upptagna Lean områdena ovan?

I Lean produktion ansågs slöseri vara, se *Lean produktion*: Överproduktion, väntan, onödiga transporter eller förflyttningar, överbelastningar eller felaktiga bearbetningar, överlager, onödiga arbetsmoment, defekter samt outnyttjad kreativitet hos de anställda.

I Lean produktutveckling ansågs slöseri vara, se *Lean produktutveckling*: Fel produkt, onödiga mentala förflyttningar, transporter och långa avstånd, väntetid, felaktiga processer, överproduktion och överdokumentation samt onödiga lagerhållning och ledtid.

I Lean service ansågs slöseri för kunden vara, se *Lean service*: Försening, repetering, onödiga rörelser, otydlig kommunikation, förlorad möjlighet samt fel i servicetransaktioner.

I alla de 3 fallen ovan uppkommer slöserier som en följd av antingen mänsklig handling eller utav det tekniska systemets utformning. Inom Lean energiförvaltning finns båda dessa sidor. Förvaltaren och brukaren är de agerande parterna, de som kan försöka förändra systemets utformning. Fastigheten utgör det tekniska systemet.

Som synes är de flesta slöserier samma för de tre områdena. Vissa slöserier är formulerade för att passa de berörda områdena, men grundtankarna är snarlika inom de flesta områden.

Det finns skillnaden från de tre områdena och energiförvaltning. I de tre områdena är olika typer av slöserier definierade för att kundens erhållna värde ska bli högsta möjliga. Om det i denna studie hade tittats på förvaltning enbart, hade dessa slöserier kunnat översättas relativt enkelt. Men i denna studie tittas det fördjupat på energiförvaltning. Det innebär att det konkreta slöseri som kan uppkomma är energislöseri. Fastän det direkta slöseriet är energi, så kan det indirekt bero på faktorer som kan knytas till de vedertagna slöserierna inom Lean.

Nedan, i tabell 3, presenteras rubrikerna på de indirekta energislöserierna. I tabellen syns det också vilka slöserier, från vilket Lean område, som är förknippat med de indirekta slöserierna.

Tabell 3 visar de indirekta energislöserierna

Indirekt Energislöseri	Produktion Slöseri	Produktutveckling Slöseri	Service Slöseri
<b>Felaktig produkt</b>	Defekter	Fel produkt	
<b>Felaktiga processer</b>	Onödiga arbetsmoment	Felaktiga processer Överdokumentation	Repetering Onödiga rörelser
<b>Lager</b>	Överlager	Onödig lagerhållning	
<b>Onödiga energiförflyttningar</b>	Onödiga transporter	Onödiga mentala förflyttningar Onödiga transporter	Fel i servicetransaktioner
<b>Otydlig kommunikation</b>			Otydlig kommunikation
<b>Outnyttjad kreativitet</b>	Outnyttjad kreativitet		Förlorade möjligheter
<b>Väntan</b>	Väntan	Väntetid	Försening
<b>Överbelastning</b>	Överbelastning		
<b>Överproduktion</b>	Överproduktion	Överproduktion	

### 8.7.1 Tankar kring energislöseri

Innan vidare förklaringar och argument framhålles, som stöd för de indirekta slöseriernas påverkan på energislöserier måste en sak utredas. Det handlar om begreppet energislöseri, som måste verifieras på så sätt att alla är med på vad det betyder i denna studie.

Med energislöseri menas energi som inte tillför något värde för kunden. Enligt den vedertagna energiprincipen, *energi kan varken skapas eller förstöras utan enbart omvandlas från en form till en annan*, finns inget slöseri eftersom att ingen energi kan gå förlorad. Med detta är det viktigt att ännu en gång poängtera att innebörden av begreppet energislöseri, inte är tänkt att tolkas som en aktion emot de fysikaliska grundlagarna.

Det är också viktigt att ha i åminnelse att den mesta av energin som tillförs byggnader och dess verksamheter, förr eller senare omvandlas till värme. Innebörden av detta är inte att energin som omvandlas till värme är en direkt aktivitet, i motsats till slöseri, som höjer värdet för kunden. Ett sätt att tänka på, för att åskådliggöra energislöseri, kan vara att se varje avgränsat tekniskt system, utifrån vad det tänkta kundvärdet är. All energi som inte tillför värde för kunden, inom det skådade energiområdet, är slöseri.

Nedan följer nu förklaringarna till varje slöseris indirekta koppling till energislöseri.

### 8.7.2 Felaktig produkt

Att producera fel produkter är en defekt för Lean produktion. Detta genererar merarbeten som kostar tid, pengar och energi. För energiförvaltare uppkommer defekter när energi inte nyttjas på rätt sätt, på bästa sätt. Exemplifiering av detta är köldbryggor. Är klimatskalet defekt uppkommer energislöseri. Det kan också vara defekter, energislöseri, till följd av icke injusterade installationer.

Även brukaren måste tänka på defekter. Om brukaren är en producerande organisation, kan defekter enligt Lean produktion implementeras. Är det en tjänsteorganisation skall de se till att rätt saker blir producerade från början, för att slippa justeringar och ändringar som innebär extra energiflöde.

### 8.7.3 Felaktiga processer

Detta slöseri kan uppkomma hos förvaltaren men även hos brukaren. I Lean produktion handlar detta slöseri om arbetsmoment som inte tillför nytta för kunden, se Lean produktion. För förvaltaren kan det exempelvis handla om att undvika att behöva leta efter fel i processen. Detta kan reduceras genom visualisering. Den tid som förvaltaren använder för att leta efter fel, kan dels innebära att andra rutinsaker får stå åt sidan. Det innebär också, om felet innebär energislöseri, att onödigt mycket energi slösas, se vidare under exemplet med tappvarmvatten under avsnitt 8.7.8. Desto snabbare ett problem åtgärdas, ju mindre energi slösas.

För brukarens del handlar det om att agera sparsamt, ur energisynpunkt. Onödiga arbetsmoment, t ex för ett kontor är onödiga utskrifter ett arbetsmoment som innebär energislöseri och därför ska försöka att elimineras.

### 8.7.4 Lager

Lager är en direkt följd av överproduktion. Om inte slöseri, i form av överproduktion finns, finns heller inte lager. Mer om överproduktion och lager under avsnittet *Överproduktion*.

### 8.7.5 Onödiga energiförflyttningar

Energislöseri kan exempelvis uppstå kring rör och ledningar som har högre temperatur än dess omgivning. Längre rör och ledningar innebär ett ökat energislöseri. Detta innebär att

varmvattenledningar distribuerar energi till omgivningen. Är ledningarna långa har de förmåga att överföra mer energi till omgivningen än korta ledningar. Av denna anledning är det slöseri att använda långa rördragningar, när samma kundkrav kan fastställas med kortare rördragningar.

Vid stationär värmeledning kan värmeförlusten beskrivas av (Claesson m. fl., 1984):

$$q_c = \frac{T(R_1) - T(R_2)}{\frac{\ln(R_2/R_1)}{2\pi\lambda}}$$

där:

$q_c =$  Effektförlusten per meter rör,  $W/m$

$T(R_1) =$  Vattnets temperatur i röret, med radien  $R_1$ ,  $^{\circ}C$

$T(R_2) =$  Temperaturen utanför det isolerade röret,  $^{\circ}C$

I figur 10 framgår det vad som menas med  $R_1$  respektive  $R_2$ .

$R_1 =$  Rördiameter, där vattnet transporteras,  $m$

$R_2 =$  Rördiameter, inklusive rörisolering,  $m$

$\lambda =$  Värmeledningsförmåga,  $W/mK$

Energiförlusten, vid stationärt flöde kan skrivas som:

$$E = q_c \cdot L \cdot t$$

där

$E =$  energislöseri,  $J$

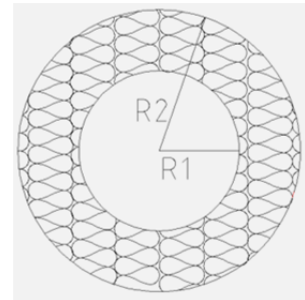
$L =$  rörets längd,  $m$

$t =$  tiden som vattnet flödar genom röret,  $s$

Observera att ytmotstånd har försumrats i denna beräkning.

### 8.7.6 Otydlig kommunikation

Enligt energiprincip 12, vilken är identisk med produktionsprincip 12, talas det om nyttan av att se saker, där det händer, med egna ögon. Energiförvaltaren har inte möjlighet att punktmarkera varje brukare, för att se vilka förbättringar som kan göras utifrån ett energiperspektiv. Då kan Hourensou utnyttjas, se mer om Hourensou i avsnitt 8.4.12. Men denna teori bygger på att kommunikationen mellan parterna fungerar korrekt. Rätt information måste komma till förvaltaren, eftersom det är denne som ser helheten och har möjlighet att påverka systemet. Otydlig kommunikation innebär energislöseri, då fakta för förbättringar och defekter inte kommer förvaltaren till hands. Mer om otydlig kommunikation i avsnitt 8.8



Figur 10 visar ett isolerat ledningsrör vilket skildrats av formeln intill.



### 8.7.7 Outnyttjad kreativitet

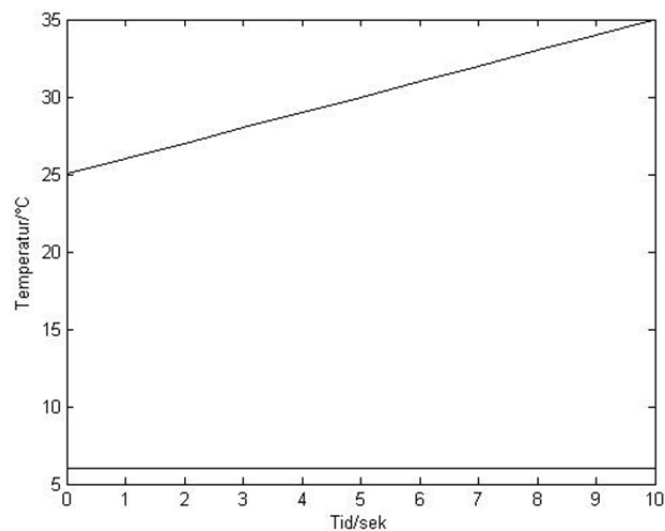
Outnyttjad kreativitet handlar om att den kunskap som uppkommer genom brukande och förvaltning, inte fångas upp. Inom Lean produktion handlade det om att inte lyssna på sina anställda. I Lean energiförvaltning handlar det dels om att ta tillvara idéer hos de anställda. Men det är också viktigt att lyssna på brukarna, då även dessa är en del av energisystemet.

Att inte utnyttja kreativitet, kan innebära att en del åtgärder för energieffektivisering aldrig blir aktuella. Konsekvensen av detta blir energislöseri.

### 8.7.8 Väntan

Väntan utgår ifrån kundens synvinkel. Ett exempel är väntan på varmvatten i tappenhetsen. Vill kunden ha varmt vatten, är målet att denne ska få det utan väntetid. Kunden väntar, samtidigt som vattnet spolar från kranen, tills den fått tillräckligt varmt vatten för att uppfylla sina krav. Det vatten som slösas bort innehåller energi som direkt eller indirekt värmts upp i huset.

Temperaturen på vattnet som flödar kan åskådliggöras med en graf. Grafen, se figur 11, åskådliggör endast teoretiskt hur ett förlopp med väntan på varmvatten kan se ut. För att få fram energislöseri vid väntan på varmvatten krävs det att mätningar, avseende temperaturen som funktion av tiden på aktuellt flöde, genomförs.



**Figur 11. Den övre linjen visar hur temperaturökningen av vatten skulle kunna varieras som funktion av tiden. Den nedre linjen visar det inkommande vattnets temperatur.**

Är vattenflödet konstant över tiden, temperaturen för inkommande vatten känt samt sambandet för vattnet som lämnar byggnaden givet kan energislöseriet beräknas genom följande samband:

$$E = c \cdot \rho \cdot q \cdot \int_{t_1}^{t_2} (T_1 - T_2) dt$$

där

$E$  = Energislöseri. [J]

$c$  = Specifik värmekapacitet för vatten. [J/kg°C]

$\rho$  = Densiteten för vatten. [kg/m<sup>3</sup>]

$q$  = Flöde. [m<sup>3</sup>/s]

$t_1$  = Tidpunkten då kranen öppnas. [s]

$t_2$  = Tidpunkten då kunden anser sig fått godtagbart varmvatten. [s]

$T_1$  = Samband för temperaturen på vattnet som funktion av tiden. [°C]

$T_2$  = Samband för det inkommande vattnets temperatur. [°C]

### 8.7.9 Överbelastning

Överbelastning kan förknippas med förvaltarens arbetsbörda. Är förvaltaren överbelastad torde detta kunna ge kvalitets- och säkerhetsproblem, likt Lean produktion (Liker, 2009). Detta kan leda till att rutinmässiga moment inte genomförs som det är tänkt, vilket skulle kunna innebära att fel och brister inte upptäcks. I energiförvaltning handlar det om brister som genererar energislöseri. Detta sätt att tänka på är förknippat med Muri, vilket har beskrivits i Lean Service.

Även överbelastning av installationer kan ge problem. Låt oss ta ett exempel med luftflöde. Energin som en fläkt behöver är proportionellt mot flödet upphöjt till ett värde mellan två och tre (Johansson, 2013). Detta innebär att ett dubbelt flöde, under halva tiden ger ett energibehov på mellan 2 och 4 gånger högre än vad energibehovet blir om det är ett jämnt flöde under dubbla tiden. Då det går att jämna ut flödena ger detta direkta vinster i form av mindre energislöseri.

### 8.7.10 Överproduktion

Att överproducera, enligt Lean produktionsprinciper, skapar extra arbete med lager och transporter (Liker, 2009). Energi kan i vissa fall lagras i form av värme, t ex i en ackumulatortank eller i byggnadsdelar. Vid lagring av energi åstadkoms energislöseri, i form av läckage från det lagerhållande mediet. I den mån det går bör det undvikas att lagra energi, fast ibland måste det slösas lite med resurser för att uppfylla kundens krav.

Ett exempel är varmvatten. Att producera tappvarmvatten när kunden efterfrågar det, skulle innebära större effekter på utrustningen än att med en jämn hastighet tillverka tappvarmvatten med lägre effekt, se mer under avsnitt *princip 3*.

Överproduktion, i form av värme, kan också ses som att kundkraven uppfylls mer än vad som är nödvändigt. Precis som inom Lean produktionsutveckling, där en utvecklad produkt som inte efterfrågas av kunden är slöseri, är överproduktion av energi slöseri, eftersom kunden inte efterfrågat det.

## 8.8 Människans kommunikation i fastigheten Lean

Eftersom det finns flera parter involverade i fastigheten Lean krävs det kommunikation sinsemellan. Tre parter har definierats, brukaren, fastigheten och förvaltaren. Kommunikationen mellan dessa parter är antingen med människa både som sändare och mottagare. Det kan också vara så att kommunikation sker mellan människa och fastighetens installationer.

Att göra en fördjupning i kommunikationsområdet beror på tre saker. För det första är det många parter som är involverade i fastigheten Lean. Dessa parter har olika mål, kunskap och motiv för att handla på ett visst sätt. För att alla ska dra åt samma håll krävs det ett informationsflöde som är tillförlitligt. Den andra saken är att energiprincip 8 kan anknytas till kommunikation mellan människa och maskin. Slutligen är ett av de indirekta slöserierna för energi kopplat till kommunikation.

### 8.8.1 Människa-installation

Installationer och teknisk utrustning är de ting som är förankrade med energiflöden i fastigheten Lean. Människan kan kommunicera med installationer genom displayer och reglage (Osvalder & Ulvengren, 2008).

I ett människa-tekniksystem, förknippat till energisystem i byggnader, finns det en viss grad av komplexitet. En definition på komplexitet är (Westerholm & Åström, 2006):

*"Ett system blir komplext då det är svårt att formulera dess övergripande struktur och beteende."*

I byggnader kan brukaren påverka systemet. Detta medför svårigheter i att förutsäga hur systemet kommer att fungera, tänk tillbaka på exemplet med brukaren som öppnar fönstret, se *princip 6*.

I en byggnad handlar det om att de tekniska energisystemen skall förse kunden med något. I en ultimat situation är det tekniska systemet utformat efter kundens behov. Fastän det är ultimat, kan fel uppkomma på grund av interaktionen mellan människa och teknik. Beslut hos människan kan leda till icke optimala förutsättningar för hela energisystemet. Vid interaktion mellan människa och teknik handlar det om att undvika att fel uppkommer samt se till att uppkomna fel upptäcks, tänk på energiprinciperna 2 och 7.

#### 8.8.1.1 Teknikutformning

##### 8.8.1.1.1 Displayer

De mänskliga parterna i fastigheten Lean vill påverka det tekniska energisystemet, eftersom detta finns till för brukaren. Påverkan kan ske genom gränssnittet mellan människa och installation. Vid utformning av gränssnittet mellan människa och installation är utgångspunkten människans sinnen. Utformningen av gränssnittet ska göras så det blir enkelt att upptäckas, igenkännas och förstås av människan (Osvalder & Ulvengren, 2008).

I teknisksystem för fastigheten Lean finns flera parter som kan och kommer att ha tillgång till teknisksystemet. Förvaltaren har sakkunskaper för att påverka systemet. Brukaren har inte samma kunskapsbank och skall därför inte kunna påverka systemet i samma utsträckning. I detta sammanhang kan det talas om mentala modeller (Westerholm & Åström, 2006). En mental modell är människans egna uppfattning av verkligheten, vilket har skapats genom erfarenhet. Förvaltaren har förmodligen en större kunskapsbank än brukaren och bör således kunna hantera komplexiteten i teknisksystemet bättre.

Utformningen av informationsbärare, från installationer till människan, kan utformas på olika vis. Det vanligaste sättet är att utgå ifrån människans hörsel-, syn- och känselsinnen (Osvalder & Ulvengren, 2008).

Det är viktigt att informationen når mottagaren. Människan har, se vidare under *sinnen*, en förmåga att själv skapa en föreställning av hur omvärlden ser ut. Det gäller att denna imaginära världsbild överensstämmer med verkligheten. Om missförstånd uppstår, till följd av gränssnittets utformning, kan

människan fatta beslut på felaktiga grunder. För att informationsbärare skall nå fram till mottagaren, kan utgångspunkten vara betingelser som skärper uppmärksamhet, perception, minnesfunktion och mentala modeller hos människan (Osvalder & Ulvengren, 2008).

För att uppmärksamma människan om information kan dubbla sinnen användas (Osvalder & Ulvengren, 2008). Ska informationen nå medvetandet, krävs det att den stödjer perceptionen. Av denna anledning skall endast relevant information, inte för mycket, tillföras människan. Det är också bra om informationen presenteras, med olika utseende beroende på fakta, så att urskiljning av information vidmakthålls.

Människan kan bearbeta en begränsad mängd fakta i korttidsminnet (Osvalder & Ulvengren, 2008). Av denna anledningen gäller det att minimera antalet fakta som människan är tvungen att ha kontroll på, genom att välja en utformning av kunskapsbäraren som minimerar belastningen hos korttidsminnet.

Den modell människan har byggt upp, angående omvärlden ska styrkas i gränssnittet. Exempel på detta är att högre värme kan justeras genom ett reglage förs uppåt och för kallt nedåt.

#### 8.8.1.1.2 Reglage

Människan vill påverka det tekniska systemet. Detta görs genom reglage. Även reglagen, precis som displayer, ska stödja människans mentala modeller och finnas nära till hands för betraktaren. Det är med beaktarens information som beslut fattas. Besluten verkställs genom att reglage för installationerna används.

#### 8.8.1.2 **Sammanfattning människa-installation**

Vid energikartläggning av fastigheten Lean är det viktigt att förstå att det finns flera parter som kan och vill påverka systemet i sin helhet. I texten ovan har försök gjorts för att visa på människans viktiga roll i system. Finns det tankar på att energieffektivisera en byggnad, är ett sätt att försöka se energisystemet i sin helhet, med människan som en naturlig del av detta system.

Med detta kapitel skall också tankarna föras till energiprinciper. Med ett system, med människan som en central del, kan energiprinciper 2, 6, 7 och 8 beaktas. Bland annat handlar en god interaktion mellan människa och installation om att undvika fel och använda teknik som människan behärskar. Ett slöseri, t ex på grund av att människan tolkat informationen fel, uppkommer i de flesta fall som en följd av systemets utformning, se *arbetet i centrum*. Med detta sagt är konklusionen att ett fel i interaktion till största sannolikhet beror på att systemet är fel utformat.

### 8.8.2 **Människan**

De två olika människorna i byggnaden, brukaren och förvaltaren, har olika syn på energisystemet. Enligt Lean:s grundtanke arbetar förvaltaren med brukaren, kunden, i centrum. Förvaltaren måste förstå och utforma energisystemet så att kundens krav blir tillgodosedda samt att systemet inte är slösaktigt.

Människan är en del av systemet, men för den delen kan människan inte likställas med maskiner, i detta fallet installationerna (Segerstad, 2011). Förmågan att dra egna slutsatser och handla utifrån känslor skiljer människan från installationer.

I systemet finns komplexitet, människan. Människan styrs av både externa och interna faktorer. Människans svagheter och styrkor finns både till fördel och nackdel för systemet (Osvalder &

Ulvengren, 2008). För att få en byggnad energieffektiv måste man vara medveten om dessa faktorer, eftersom de kan påverka systemet i både positiv och negativ riktning.

Det varje individ bär med sig kan kategoriseras som interna faktorer (Osvalder & Ulvengren, 2008). Prestationsfyllda faktorer kan exempelvis vara hörsel, syn, motivation och erfarenhet. En person med dålig hörsel eller syn kan tolka informationsbärare felaktigt, vilket kan bidra till felaktiga beslut. En erfaren eller motiverad person kan bidra med positiva inslag.

Faktorer som beror på systemets utformning kan betecknas som externa faktorer (Osvalder & Ulvengren, 2008). Hit hör exempelvis lokalutformning, arbetsmetoder och utrustning. På samma vis som interna faktorer kan dessa bidra till systemets riktning både positivt och negativt. En installation som är placerad med monitor högt ovanför människans synfält är inte gynnade för processen.

Styrka och svagheter hos människor kan beaktas tillsammans med automation. Människans svagheter i systemet kan ersättas med maskiner som arbetar automatiskt. Exempelvis är en maskin bättre på att utföra monotona arbeten, medan människan står för tankearbetet, för att justera processen i en viss riktning (Westerholm & Åström, 2006).

#### 8.8.2.1 Människor i fastigheten Lean

För att minska slöserier, till följd av bland annat otydlig kommunikation och överproduktion, finns det utmaningar för energisystemet. När ett fel är begånget skall brukaren upptäcka det och allra helst ska felet avhjälpas av sig själv. Det bästa är naturligtvis att fel inte uppkommer.

Information till rätt person, brukare eller förvaltare är viktigt. Men det är också viktigt att information som är tänkt att komma förvaltaren till hands, inte hamnar hos brukaren. Än värre blir det om information, som är tänkt till förvaltaren, kan användas på ett sätt, skapad utifrån brukarens mentala bild av situationen, så att energisystemet justeras felaktigt. Tankar kring detta kan vara värmesystem som indikerar att temperaturen är för låg i vissa byggnadsdelar. Om brukaren får syn på detta och har tillgång till reglage för att öka värmealstrarens effekt kan ett fel åtgärdas, som kanske berodde på fel injustering. Detta fel bidrar till onödig energianvändning, vilket betecknas som slöseri.

Att systemet nyttjas felaktigt av brukaren är en annan utmaning. Systemet bör utformas på så vis att fel som uppstår indikeras. Ett verkligt problem kopplat till detta är vädring. Är brukaren varm eller känner att lokalen innehar dålig luft, öppnar hen ett fönster. Under fönstret sitter en radiator med termostat. Termostaten känner av temperatursänknigen, till följd av det öppna fönstret, vilket innebär en ökad effekt från radiatoren.

I detta fallet bryter systemet mot energiprinciper. Först och främst synliggörs inte problemet, enligt energiprincip 2. För det andra fungerar inte systemet standardiserat, eftersom ventilation delvis utförs med öppet fönster och delvis genom ventilationsaggregaten, enligt energiprincip 6. Tekniken som används för övervakning av processen fungerar dåligt, eftersom ingenting indikerar att energislöseri finns, enligt energiprincip 8.

Att skapa ett perfekt energiflöde går inte, Lean strävar hela tiden efter att bli bättre. Men ett system som får kontinuerlig information, kanske automatisk information om brukaren, och får handgripliga instruktioner av förvaltaren, och endast förvaltaren, borde bidra till ett bra energisystem i fastigheten Lean.

### 8.8.3 Människa-människa

På liknande sätt, som mellan installation och människa finns en passage som informationen skall förbi, för att nå från mänsklig sändare till mänsklig mottagare. Rätt tolkning av informationen är viktig för att kunskap skall kunna spridas vidare (Segerstad, 2011).

Informationen som förmedlas från ett system, skall bidra till förbättringar. Informationen blir till kunskap, som en beslutsfattare använder sig av för att fatta rätt beslut (Granér, 2000). Att inhämta kunskapen är ett måste för att energiprincip 14, ständig förbättring, skall kunna efterföljas.

Kommunikation mellan två människor kan ske genom verbal och icke verbal kommunikation (Granér, 2000). Vid verbal kommunikation handlar det om kommunikation med hjälp utav människans förmåga till muntlig kommunikation. Alla övriga källor till kommunikation betraktas som icke verbala. Överförande av kunskap kan både vara som envägs kommunikation, eller som en dialog mellan två eller flera parter.

Det viktiga vid kommunikation, precis som vid interaktion mellan människa och installation, är att minska risken för missförstånd och låta den relevanta informationen ta sin plats i sammanhanget. Såväl direkt slöseri, som slöseri på grund av indirekta orsaker skall beaktas för att eliminera energislöseri.

Människan har en oerhört bra förmåga att tolka saker och ting. Då ord byggs upp av ofullständigt antal bokstäver kan människan i många fall tolka informationen på rätt sätt. Människan har också en förmåga att tolka information utefter sina förväntningar (Osvalder & Ulvengren, 2008). Problem och misstolkningar kan bero på felaktiga förväntningar och missar i informationsåtergivelsen, men också till följd av illusioner.

Lean kommunikation är ett område, precis som Lean områdena ovan, som bygger på filosofi om att minska slöseri (Runebjörk & Wendleby, 2013). I Fastigheten Lean är kommunikation beaktat som slöseri, om det används på fel sätt.

I fastigheten Lean är tanken att kommunikation skall nyttjas för att minska på energispill och öka värdet för kunden. För att detta skall bli genomförbart krävs rutiner och vanor för kommunikation, se mer om detta under rubriken 5S, ett av Leans centralaste verktyg som återfinns i många olika verksamhetsområden.

## 9 Tillämpning av principer

Energianvändningsrelaterade frågor har blivit högaktuella, inte minst efter att Europaparlamentet gett direktiv om högre energieffektivitet. För att veta vad som behöver åtgärdas, energieffektiviseras, krävs det en energikartläggning. Energikartläggningen syftar till att inventera och kvantifiera energisystem (Energimyndigheten, 2004). Den fakta som framkommer i energikartläggningen, ligger sedermera till grund för analyser vars mål är att nå en högre energieffektivitet. Energikartläggning är ett redskap för att ta reda på hur energin nyttjas i byggnaden.

### 9.1 Vad kartläggs?

I byggnader finns många funktioner och enheter som inte fungerar utan tillförsel av energi. Vid en kartläggning är det i första hand viktigt att få en överskådlig vy över vilka energisystem som finns i byggnaden. De förekommande energisystemen i en byggnad, innefattande produktion och distribution, kan delas upp i följande kategorier:

- Värmeproduktion
- Värmedistribution
- Vatten & avlopp
- Ventilationssystem
- Elsystem
- Klimatskärm
- Kylsystem

Nedan ges förslag på metoder för att en organisation skall nå upp till uppsatta energiprinciper. Då denna text läses skall åtanke ges åt alla energisystem som är benämnda ovan. Principerna gäller för såväl den totala energisvärmen, alla energisystem i byggnaden, som för varje enskilt energisystem.

### 9.2 Teoretisk tillämpning: Principer och metoder

I energikartläggningen inventeras energisystemen och energianvändningen kvantifieras. Olika metoder används för att uppfylla dessa mål, t ex mätning, enkäter till brukare eller uppföljning av köpt energimängd. Jag vill ännu en gång påpeka att tanken med denna studie är att sammanlänka Leans filosofi med energiförvaltning och energikartläggning.

Principerna för Lean energiförvaltning är framtagna i denna studie. Nu kommer svaret på om dessa principer är korrekta. Som beskrivits i avsnittet *Värderingar m.m.*, finns det metoder som talar om vad som skall göras för att principerna skall uppfyllas. Om det går att finna metoder som har samband med både energikartläggning och energiprinciperna, så är det i vart fall teoretiskt bevisat att Leans filosofi är relevanta inom energikartläggning.

Verktyg är inget som kommer att förmedlas i någon vidare omfattning i detta arbete. Anledningen är att det skulle bli alltför omfattande att redovisa alla tänkbara verktyg som kan användas i fastigheten Lean. Dessutom tillför det inget ytterligare värde för studien, eftersom att studiens syfte är att se om Lean går att applicera inom energiförvaltning och vad det betyder för byggnadens energieffektivitet.

Nedan följer metoder för energikartläggning för de 12 energiprinciperna.

### 9.2.1 Bakgrund till metoder - Bengt Dahlgren AB

Vid framtagandet av relevanta metoder har en workshop ägt rum, tillsammans med verksamma inom energieffektiviseringsområdet på företaget Bengt Dahlgren AB. De metoder som förekommer nedan är de som kom fram under denna sammankomst.

### 9.2.2 Metoder för Energiprincip 1

Energiprincip 1 handlar om långsiktigt tänkande. Långsiktigt tänkande kan handla om:

- Ekonomisk långsiktighet
- Långsiktighet kring drift och underhåll
- Produktens långsiktighet

Finns det metoder för denna princip som även är applicerbara för energikartläggning? Att organisationen skall tänka långsiktigt vid en energikartläggning borde vara logiskt. Energitkartläggningen i sig ligger endast till grund för kommande beslut, rörande energieffektivisering. Men dessa beslut bör erhållas med långsiktigt tänkande för att energibesparande effekter skall bli hållbara.

Av de nämnda energiområdena ovan, se avsnitt *Vad kartläggs?*, är värmedistribution, vatten & avlopp, ventilationssystem, elsystem och inte minst klimatskärm system som kan vara mycket svåra att byta ut och ersätta. Långsiktighet bör således finnas ur både material och ekonomiskt perspektiv. Installationer och distributionssystem kan ofta vara inbyggda i byggnationen. När det gäller klimatskärmen, kan det närmare ses som ett system som är en stor del utav byggnaden. Byts klimatskärmen ut fullständigt kan det kanske talas om en ny byggnad? Detta eftersom att klimatskärmen är själva stommen till hela byggnationen.

I detta skede skall det klarläggas att i denna studie omfattar klimatskärmen den yta av material som är mellan den uthyrningsbara, invändiga ytan och det yttre materialet vänt mot utomhusklimatet. Exempel på klimatskal är ytterväggar bestående av, inifrån räknat, ytskikt, gipsskiva, regelstomme med isolering - 70 mm, ångspärr, regelstomme med isolering - 190 mm, vindpapp, luftspalt samt ytterpanel.

De andra två energisystemen, värmeproduktion och kylsystem åsyftas de producerande enheterna, exempelvis en värmeponna. Dessa produktionsenheter är oftast inte inbyggda i fastigheten på ett sådant sätt att utbyte kräver förstörelse av annan materiel i någon vidare omfattning. Dessa enheter är dyra i inköp och deras verkningsgrad och tekniska livslängd är avgörande för att lönsamheten skall bli god på lång sikt.

Som sagt kommer inte verktyg för Lean energiförvaltning att konkritiseras i någon vidare omfattning i detta arbete. För att du som läsare ändå skall få en uppfattning av vad ett verktyg är görs här ett undantag.

För att försöka förutsäga ekonomisk lönsamhet kan olika sätt att beräkna lönsamhet bli avgörande för vad förvaltningen vill uppnå för resultat. Ett sätt att försöka förutsäga framtiden är genom att välja Pay-back beräkningar, med eller utan hänsyn till ränta. Detta verktyg tar fram data för att se hur lång tid det tar innan investeringen är återbetald. Modellen säger dock inget om hur stor besparingen blir de kommande åren, fram till den tekniska livslängdens slut.



Ett bättre verktyg är livscykelkostnad, LCC. Med detta verktyg kan jämförelse mellan olika förslag, även nollalternativet, utvärderas och påvisa vilken lösning som är bäst, ger högst lönsamhet. Detta verktyg stämmer bra överens med Leans första princip.

Notera att ekonomisk lönsamhet är en del av energiförvaltningen, eftersom det finns ett tydligt samband mellan årlig energikostnad och energianvändning, relativt sätt (Heincke C. & Olsson D, 2012). Att eliminera energikostnaderna kan medföra en indirekt påverkan på energianvändningen.

### 9.2.3 Metoder för Energiprincip 2

Energiprincip 2 handlar om att processflöden skall vara kontinuerliga inom fastigheten Lean samt att problem skall föras upp till ytan. Frågan blir då, hur skall organisationen göra för att uppfylla detta? Direkt förs tankarna mot mätmetoder. Exempelvis kan oroväckande hög energianvändning uppmärksammas genom mätning, det vill säga problemet förs upp till ytan.

En tanke kring mätning måste förmedlas. I detta stadiet kanske du som läsare ser bilden framför dig med mätare på samtliga ingående delar i ett energisystem. Det är inte det som är tanken, utan rätt nivå på antalet mätare, grundat på en välgenomtänkt idé om vad varje mätare fyller för funktion. Tänk på att alltför många mätare kan ge upphov till slöseri, överproduktion till följd av att fastighetsförvaltaren får läsa av allt för många mätare.

I en del byggnader finns vattenburna värmesystem, med radiatorer under fönster, för att klara kundens värmekrav under vintertid. Att dessa radiatorer är placerade under fönstren är ingen slump. Ett modernt fönster har en värmegenomgångskoefficient,  $U = 1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  och för ett 2-glasfönster gäller  $U = 2,5 - 3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (Sandin, 2010). 200 mm mineralull med värmekonduktivitet,  $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , ger en värmegenomgångskoefficient,  $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . I denna enkla beräkning har ingen hänsyn tagits till värmeövergångsmotstånd, vilket kommer att ge en något lägre värmegenomgångskoefficient. Jämförelse av isoleringsförmåga mellan de två komponenterna i klimatskalet visar på olikheter. Att radiatorer sitter under fönster beror på att köldbryggan, fönstret, skall motverkas. Om detta omvärderas till Leans princip 2, innebär det att problemet, köldbryggan, inte förs upp till ytan utan istället maskeras genom samverkan mellan klimatskärmen och värmedistributionssystemet.

I större byggnader, flerfamiljshus alternativt större verksamhetslokaler, finns det oftast speciella utrymmen, så kallade undercentraler, där värmepannor och andra installationer för energidistribution är placerade. För att synliggöra och föra upp problem till ytan i undercentraler kan verktyget 5S, se avsnitt 5S, användas. Men det räcker inte att det syns att det varit exempelvis ett läckage i undercentralen, om förvaltaren upptäcker det för sent. Med detta vill jag poängtera att det inte räcker med att synliggöra problem, om inte någon människa ser till system. Konkret handlar det om att ansvarig går in i undercentralen med jämna mellanrum för att se så att allt är i sin ordning, annars fyller metoder och verktyg för princip 2 ingen funktion.

### 9.2.4 Metoder för Energiprincip 3

Överproduktion handlar nästa energiprincip om. I energisystem uppkommer överproduktion stundtals då brukaren inte vill ta del av den framställda energin. För att bli mer konkret kan energi i värmeproduktion, närmare bestämt solvärmeproduktion, ges som exempel. För att nå upp till brukarkraven för godtagbar inomhustemperatur vintertid i Sverige, kan ansättas till  $22^\circ\text{C}$  om inget annat är känt vid projektering (Boverket, 2013), krävs det stora ytor med solpaneler och stora ackumulatortankar. Om en sådan anläggning installeras, kommer en överproduktion av energi att äga rum under sommarhalvåret. Detta gäller även för hus med litet uppvärmningsbehov.

För att inte överdimensionerande solvärmesystem alltför mycket måste en energi- och effektdimensionering göras. Detta är en metod, som svarar för att energiprincip 3 uppfylls. En annan metod, för att undvika överproduktion är reglering. Spjäll kan exempelvis reglera ventilationssystemet utifrån kundens varierande krav under dygnet.

Ett typiskt exempel på överproduktion är full ventilation av skolor efter att eleverna gett sig hem för dagen. Allmänna råd förkunnar ventilation på  $7 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{person})$  samt ytterligare  $0,35 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$  i skolor (Socialstyrelsen, 1999). Att ha ett CAV-system, Constant Air Volume, som dessutom har samma flöde under alla dygnets timmar, utan flödesreglering, är direkt olämpligt i dessa lokaler. Energislöseri blir kontentan av överproduktion.

### 9.2.5 Metoder för Energiprincip 4

Att jämna ut arbetsbelastning kan ske både med avseende på installationer och människor i systemet, se mer om detta under avsnitt *Bakgrund- princip 4*.

När det gäller utjämning av mänsklig arbetskraft kan detta tänkas ske genom att en underhållsplan upprättas. Genom att använda denna metod kan fastighetsköterna arbeta förebyggande och med långsiktighet. Förebyggande arbete minimerar risken för akuttryckningar, vilka kan generera dubbelarbete, om provisoriska lösningar tillämpas.

Med årstider följer variationer i väder. Eftersom att dessa variationer inte går att undvika, måste arbetssituationen försöka att anpassas. Effekttoppar skall undvikas genom att framtiden försöker att förutsägas. Med hjälp av meteorologi kan vädervariationen kortsiktigt, med viss sannolikhet, förutspås.

Mer greppbart blir det när det talas om utjämning av temperaturvariationer inomhus, genom att det finns en tung stomme. Den tunga stommen har förmåga att lagra värmeenergi under varma dagar och att avge det under kallare dagar. För att åskådliggöra hur mycket energi som lagras och hur stort djup av stommen som deltar i värmelagringsprocessen ges här ett exempel.

Exempel: En yttervägg av homogen betong finns i ett hus. Väggen är relativt tjock och väggytan är  $20 \text{ m}^2$ . Frågan är hur mycket energi som lagrats i väggen efter en halv timme, då inomhustemperaturen momentant höjs med  $2^\circ\text{C}$  samt hur långt in i väggen som halva temperaturökningen märks?

Materialdata för betong, enligt (Claesson m. fl., 1984):

$$\lambda = 1,7 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$C = 1,8 \text{ MJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$$

Värmeupptagningsförmågan ges av, enligt (Claesson m. fl., 1984):

$$b = \sqrt{\lambda \cdot C} = \sqrt{1,7 \cdot 1,8 \cdot 10^6} = 1749 \text{ W} \cdot \sqrt{\text{s}}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Akkumulerad värmemängd ges av, enligt (Claesson m. fl., 1984):

$$e = (T_1 - T_0) \cdot 2b \cdot \sqrt{\frac{t}{\pi}} = (2 - 0) \cdot 2 \cdot 1749 \sqrt{\frac{1800}{\pi}} = 167 \text{ kJ}/\text{m}^2$$

där

$T_1$  är temperaturen efter temperaturhöjning

$T_0$  är temperaturen innan temperaturhöjning

Total ackumulerad värmemängd ges av:

$$E = e \cdot A = 167 \cdot 10^3 \cdot 20 = \mathbf{0,93 kWh}$$

där:

A är arean på väggen

Temperaturstörningens inträngningsdjup, 50 % av randens temperaturökning ges av, enligt (Claesson m. fl., 1984):

$$x_{0,5} = \sqrt{\frac{\lambda \cdot t}{C}} = \sqrt{\frac{1,7 \cdot 1800}{1,8 \cdot 10^6}} = \mathbf{0,04 m}$$

Beräkningarna gäller för en halvoändlig skiva. Beräkningarna gäller endast då väggens tjocklek, betecknad X, befinner sig i intervallet  $0 < X < L$ . Randtemperaturen höjs vid randen  $X=0$ . Samtidigt skall inte randtemperaturen, för randen  $X=L$ , påverkas någonting alls av temperaturökningen för att sambanden ovan skall gälla (Claesson m. fl., 1984). Detta innebär att formlerna endast är aktuella för små temperaturvariationer under relativt korta tidsintervall.

### 9.2.6 Metoder för Energiprincip 5

Med energiprincip 5 är tanken att få rätt kvalitet från början. Detta bibehålls genom att alla parter i fastigheten Lean har rätten att stoppa processer. Kulturen inom organisationen, innefattande brukare och förvaltare, är viktigt för kvaliteten.

Kultur inom organisationen tolkar jag som en sammansättning av engagemang, information och helhetssyn. Det handlar om att få parterna intresserade, i detta fallet av energiförvaltning. Mer praktiskt handlar det om att ständigt vara intresserad av att finna slöseri, indirekt och direkt, och ge den part som kan påverka systemet rätt information om slöseriet. Utifrån informationen gäller det sedan att fatta beslut, utifrån ett helhetsperspektiv.

För att bibehålla detta intresse, hos samtliga parter, kan metoder för att hitta grundorsaken och metoder för att ge återkoppling till problem, utifrån dess lösningsmodell, bidra till att intresset vidmakthålls.

För en brukare, i detta exemplet sittande på ett kontor nära ett fönster, märks höstens intåg rejält, då listerna kring fönstret är uttjänta. Brukaren bestämmer sig för att säga till hyresvärderna om problemet. Genom en felanmälan anmäls problemet. För att upprätthålla brukarens intresse för energieffektivisering, kommer fastighetsförvaltaren omgående med en ny list och fäster kring fönstret. Återkopplingen får brukaren direkt, då denne ser att listan sätts på plats och den ofrivilliga ventilationen minimeras drastiskt. Felet åtgärdas och brukaren får ta del av resultatet och känner sig inte obekvämt med att anmäla fel, då fastighetsorganisationen visar att de tar det på allvar.

### 9.2.7 Metoder för Energinprincip 6

Standardisering är inte bara en viktig energiprincip inom Lean. Ett av Leans viktigaste verktyg, se avsnitt 5S, förmedlar vikten av standardisering för att upprätthålla sorteringsnivå och systematisering på arbetsplatser. Tanken med standardiseringen är att antalet fel reduceras, då antalet utföranden reduceras.

Metoder för att uppnå standardisering kan utnyttjas för många av de andra metoderna och verktygen. Exempelvis kan mätning, tillsyn, felanmälningar och felhanteringar standardiseras. Alla processer, vare sig det är maskinella eller mänskliga, kan standardiseras.

Vid framtagning av produkter, se *Lean produktutveckling*, kan tillvägagångssättet standardiseras. Jag tänker mig en parallell med laborationsförsök. Utifrån en laborationsmanual beskrivs vilka delar som skall vara med i proceduren. Detta är något som är vedertaget, enda ner på gymnasienivå. Vid varje försök har någon först tänkt ut ett problem. Problemet utforskas genom att ett experiment genomförs. Innan experimentet genomförs tänker laboranten igenom sitt försök, vilken utrustning som krävs och vad syfte och mål är. Efter laborationen sammanfattas försöket i en laborationsrapport. Även denna har sett snarlik ut, oberoende vilket område som har utforskats, under min skolgång i varje fall. Standardiseringsnivån har varit hög och samma struktur har kunnat användas oavsett vad som skall undersökas.

Även inom service, se *Lean service*, kan servicepersonalen bemöta kunden med hög grad av standardisering. Hur en frågeställning besvaras, åtgärdas och hur processen kring utförandet genomförs är ting som kan standardiseras.

### 9.2.8 Metoder för Energinprincip 7

Precis som energiprincip 6 så kan resultatet av energiprincip 7 appliceras på de andra energiprinciperna, för att tankarna för dessa energiprinciper skall uppnås. Visualisering handlar energiprincip 7 om. Exempelvis kan energiprincip 2, 3 och 6 visualiseras. Om tanken är att visualisera och metoden är att göra något visualiserbart, så blir verktygen för att åstadkomma visualisering det viktiga för energiprincip 7.

För att inte tappa energiprincip 7, har en fördjupning gjorts för människans sinnen och beteende, se avsnittet *Människan*. Visualisering handlar om att människan skall bli uppmärksam och ta åt sig information från en händelse för att kunna agera. Verktygen för visualisering måste utformas på ett sätt som är lättillgängligt för människan.

En välkänd visuell styrningsmetod, enda sedan 1992, som används för att konsumenter skall kunna göra aktiva val vid inköp av hushållsapparater är energimärkning, se figur 12 (Energimyndigheten, 2009). På ett lättöverskådligt sätt visas produktens energieffektivitet, i förhållande till en skala. Kunden, som inte har någon direkt kännedom om vad som är energieffektivt och inte, kan direkt få en överblick över hur bra produkten är. För den lite mer medvetne kunden finns även den årliga energiåtgången representerad på energimärkningen. Med denna uppdelning, både bestående av övergripande fakta och detaljfakta visualiseras produkten för olika kundgrupper.



Figur 12 visar en energimärkning för kylar och frysar (Energimyndigheten, 2013).

En utökning av energimärkningen genomfördes år 2010. Den nya omfattningen inkluderar bland annat också tv-apparater och varmvattenberedare. Tre nya klasser av energimärkning infördes samtidigt, A+, A++ och A+++ (Europaparlamentet, 2010).

### 9.2.9 Metoder för Energiprincip 8

Denna energiprincip handlar om enkelhet och beprövade metoder. Att energiprincip 8 finns är för att undvika risker. Ökat risktagande ger större sannolikhet för slöseri i produktion. Detta skall försöka att elimineras redan i produktutvecklingsstadiet.

Metoder för att åstadkomma detta är att ständigt återrapportera fel och dra lärdom av dem när ny teknik implementeras. För att uppnå enkelhet kan varje energisystem skådas isolerat. Med denna metod kan fel och brister lättare synliggöras, eftersom komplexiteten minskar vid utredning av endast ett isolerat system. Därefter gäller det givetvis att se till så att andra energisystem inte motarbetar det skådade energisystemet, detta handlar om samspelet mellan olika energisystem på ett översiktligt plan.

Ett exempel på relativt oprövad teknik med tveksam ekonomisk lönsamhet är avloppsvärmeväxling i flerbostadshus (Westerlund m. fl., 2012b). Detta fastän att Sveriges totala energibesparing, under förutsättning att allt avloppsvatten sänks 1 °C och vattenanvändning på 190 liter /(person·dygn), blir 720 GWh/år (Energikontoret Sydost, 2013) .

Att en ny teknik innehåller risker kan beskrivas utifrån olika synvinklar. Ny teknik, eller för den delen en ny investering av beprövad teknik, innebär alltid en ekonomisk risk. Det går inte att säkerhetsställa den långsiktiga besparingen med absolut säkerhet. Det finns alltid en risk att lönsamheten blir sämre än väntat, eller rent av sämre än nollalternativet, det vill säga den befintliga installationen. En annan risk med ny teknik är förknippat med drift och underhåll. Innebär värmeväxling av avloppsvatten extra drift- och underhållsinsatser? Slutligen finns också risken med att den nya teknikens livslängd är kortare än vad som är prognostiserat.

Den observante ser ett samband mellan energiprincip 8 och energiprincip 1 i detta skede. Med detta vill jag erinra dig som läsare om att principerna skall ses i sin helhet, inte som enskilda mål som skall uppnås. Varje princip är en del utav det som jag vill kalla Lean energiförvaltning.

### 9.2.10 Metoder för Energiprincip 9

Energiprincip 9 är en energiprincip av icke teknisk karaktär, den handlar om utbildning. Specifikt inom energiförvaltning handlar det om en utbildning för energieffektivisering. Utifrån utbildning kan tankarna dras till vidareutbildning, olika arbetsroller och arbetsbeskrivningar. Skall en organisation nå en högre utbildningsnivå krävs engagemang från de med kunskap, se *Metoder för energiprincip 5*, och vilja att lära ut denna kunskap till övriga.

Som poängterats tidigare, kan inte förvaltarorganisationen utgå ifrån att brukaren har spetskompetens för området energieffektivisering. Däremot kan förvaltaren försöka att utveckla och påverka brukaren för att bli ständigt mer energieffektiv. Metoder för att uppnå ständig utveckling grundar sig i utbildning och utbildningsmaterial.

Exempelvis kan förvaltaren ge brukaren tips om energibesparingsåtgärder, både för verksamhetsenergi och vad beträffar användningen av fastighetsenergi. Ett tydligt exempel på om brukaren slösar med energi syns genom en energiinspektion utanför ordinarie arbetstid. Tänk dig en verkstad, där inget värdeskapande utförs. Utöver energi för värmeproduktion skall all annan energi, tänker främst på verksamhetsenergi, inte omsättas. Är det så att exempelvis kompressorer sätter igång eller lampor är

tända, utan att värde skapas, så är det dags för utbildning. Brukarna måste bli medvetna om att energi slösas genom att de inte har för vana att stänga av utrustningen innan de går ifrån arbetsplatsen.

### 9.2.11 Metoder för Energirincip 10

För att kunna utvecklas, dra nya lärdomar inom fastigheten Lean, finns energiprincip 10. Tanken är att tillsyn, kan tänkas vara av kontinuerlig art, skall ge grundlig och gedigen information om verksamheten. För att åstadkomma detta kan ronder, metoder för felanmälan och metoder för brukarundersökningar användas inom fastigheten Lean.

En typ av rond är den som beskrevs i föregående avsnitt, *Metoder för Energirincip 9*. Med hjälp utav en energiinspektion kan energiåtgången och vilka brister som finns synliggöras. I större organisationer kan det tänkas, att det finns ett stort avstånd mellan de som verkligen utför en praktisk förändring, jämte de som beslutar om en förändring. Att åskådliggöra alla detaljer, kan även ses som att alla principerna i Lean ska uppfyllas i beslutsunderlag, är inte lätt. Det är detaljerna, se *TPS-huset*, som avgör om en organisation har möjlighet att nå ett mål.

Dessutom är det så, vilket beskrevs i avsnittet *uppmärksamhet*, att människan själv bygger upp en virtuell värld av det som personens sinnen förmedlar. Detta innebär att två personer kan tolka en situation på två olika sätt. Skall den beslutsfattande parten ha möjlighet att fatta beslut, efter egen förmåga, så kan det vara kritiskt att låta en annan person försöka återge en situation. Återgivelsen kan bli en omarbetning av den verkliga händelsen.

### 9.2.12 Metoder för Energirincip 11

Att fatta beslut, efter att flera alternativ har betraktats stämmer bra överens med metoden set-based design, se avsnitt *Lean produktutveckling*. Energirincip 11, återknyter en del till energiprincip 1. Detta resonemang grundar sig på att långsiktigt tänkande måste föregås av beslutsfattande där olika scenarier utreds.

Att fatta beslut som är långsiktiga krävs för alla energiprinciper inom Lean, vill jag påstå. Inom processerna, energiprincip 2 till och med 8, är detta lätt att se. För energiprincip 2, *skapa kontinuerliga processflöden*, måste det beslutas om hur processen skall utformas för att flödena skall bli kontinuerliga. För princip 6, *standardisering*, krävs det beslut för att olika tillvägagångssätt och metoder skall bli standardiserade. På liknande sätt kan diskussionen också kopplas till övriga principer menar jag.

### 9.2.13 Metoder för Energirincip 12

Slutligen återstår energiprincip 12. Frågan är, vad skall göras för att denna energiprincip skall uppfyllas? Att bli en lärande organisation och ständigt reflektera kan uppnås genom att energiprincip 1 till och med 11 uppfylls tänker jag mig. Exempelvis kan reflektion av Energirincip 6, standardisering, leda tillförbättringar och ständig utveckling.

Ett annat exempel är energiprincip 3. Reflekteras det ständigt över vad som efterfrågas kan förbättringar, så som kundanpassningar, åstadkommas. På motsvarande vis angrips de övriga energiprinciperna för att ständigt kunna förbättras.

## 9.3 Praktisk tillämpning: Fallstudie

I detta skede när jag litteraturmässigt och teoretiskt har försvarat mina principer, gäller det att se vad de kan leva upp till i praktiken. Detta har genomförts genom ett besök på Värner Rydénsskolan där jag följt arbetet för hur en energikartläggning går till.

### 9.3.1 Kort beskrivning av energikartläggning utifrån Bengt Dahlgren AB modell.

Då en byggnad skall energikartläggas görs först en teoretisk energigenomgång. De dokument som finns tillgängliga och är aktuella skådas för byggnaden. Det kan exempelvis vara ritningar, energistatistik, energideklaration, OVK-protokoll och börvärde för luftflöden. Därtill kan olika beräkningsmodeller och energibalanser, för byggnaden göras med hjälp utav beräkningsprogram. De teoretiskt framräknade energiposterna kan jämföras med energistatistik, om sådan finns. Därefter utredes de områden ytterligare som det finns stora förbättringspotential inom.

Nästa steg är att kontakta driftansvarig. Det kan finnas driftansvariga som fastighetsägaren håller inom sin organisation. Det kan också vara ett externt företag som har hand om driften. Även verksamhetsansvariga kan kontaktas, vilket kan ge information om hur energisystemen ses utifrån ett brukarperspektiv.

Även ett platsbesök, som uppföljning till den teoretiska bilden av objekt kan göras, vilket stämmer bra överens med energiprincip 10, "*Gå och se med egna ögon...*". Detta innebär att Lean är en del utav energikartläggningen! Vid energiinventeringen på plats, kan exempelvis fönster och dörrars skick och funktion kontrolleras. Om ritningarna, eller för den delen energideklarationen är ålderstigna, kan ombyggnader ha hänt som gör dessa uppgifter delvis eller helt inaktuella.

Efter att inventeringen är klar och energikartläggningen har tillgjort sig ett sådant värde att den är tillförlitlig, kan åtgärdsförslag läggas fram. Genomförs inga åtgärdsförslag blir energikartläggningen mindre värdefull. Då kan det börja talas om slöseri. Energikartläggningens resultat bör leda till något konkret i slutet.

I byggnader finns det för det mesta energibesparingsåtgärder att tillvarata. Dock är det ett måste att energibesparingsåtgärder även är ekonomiskt hållbara.

### 9.3.2 Lean på plats

#### 9.3.2.1 Värner Rydénskolan

Värner Rydénskolan är belägen i Malmö, vid korsningen mellan Västra Kattarpsvägen och Hårds väg. Det är en F-9-skola med ett flertal huskroppar.

Utifrån min studie är tanken att se hur en energikartläggning går till. Därför har jag inte sett något syfte i att studera alla huskroppar på fastigheten. En av huskropparna har fjärrvärmecentral som försörjer hela byggnadsbeståndet. Denna byggnad har jag valt att titta närmare på, eftersom centralerna är viktiga att skåda vid energikartläggning. I denna byggnad gjordes även ett besök i ventilationscentralen samt en översiktlig syn över delar av de invändiga ytorna. Även ytterfasaden har beskådats.

Byggnadsritningar har hittas från december 1968, vilket verkar rimligt med nybyggnadstidpunkt för skolan. Byggnationsval och konstruktionsval stämmer bra överens med byggnadsått från denna tiden.

#### 9.3.2.2 Skapa värde

Kan inte nog poängtera att Lean handlar om att skapa värde. Det värde som kunden efterfrågar, ska tilläggas. Det är brukaren som är i centrum för denna studie, men det går inte att skapa ett större värde för denna, om byggnaden far illa som följd. Detta synsätt kan tänkas ligga i linje med den långsiktighet som benämns i Lean produktutveckling, se avsnitt 4.2.1. Är det så att byggnaden far illa kan detta straffa brukaren, exempelvis kan fuktproblem ge upphov till allergi (Nevander & Elmarsson, 2011). Detta resonemang förklaras av att mögelpåväxt på biologiskt material kan förekomma vid höga

fuktkvoter. Mögel kan i sin tur ge upphov till allergi. Det kan tänkas att otillräcklig ventilation, eller icke korrekt byggnadsutformning ligger bakom sådana problem. Besparingar i ventilationsflöde ger fastighetsägaren påtagligt lägre driftkostnad, eftersom detta är en tung ekonomisk post i förvaltningen. Brukaren kan i sin tur gynnas av detta, eftersom mindre kostnader för fastighetsägaren kan ge lägre hyresnivåer för brukaren. Dock är inte detta synsätt hållbart på längre sikt.

Att förvalta äldre byggnader innebär att förvalta något utefter dagens krav, men med byggnader som byggts efter dåtidens byggregler och efter de behov som fanns då. Kan nämna att det genomsnittliga flerbostadshuset är byggt 1959, det finns alltså ett stort bestånd av gamla hus som dessutom är behov av att bli energieffektivare (Boverket, 2010). Renoveringar kan förändra byggnaderna och göra de anpassningsbara till dagens behov. Dock finns det alltid begränsningar att iakttaga. Som nämnts innan, kan inte energieffektiviseringsåtgärder genomföras, som regel, utan att det finns ekonomisk rimlighet i dessa förändringar.

På Värner Rydénskolan finns det förhållandevis mycket fönster på vissa fasader, se figur 13. En energibesparing skulle kunna vara att ta bort något av fönstren, under förutsättning att ljusbehovet och utsikten, det värdeskapande med fönstren, ändå är tillräckligt för brukarna. Detta resonemang för energihushållning grundar sig på att fönster har sämre isoleringsförmåga, än en vägg. Det gäller även nya fönster, se avsnitt 9.2.3. Det bör även nämnas att det krävs bygglov för att ändra utseendet på fasaden. Detta gör energieffektiviseringsarbetet något mer komplext och svårbearbetat.



Figur 13 visar en fasadbild på Värner Rydénskola

### 9.3.2.3 Leans principer på skolan

Utifrån bilderna nedan, tagna på Värner Rydénskolan, bekräftas och argumenteras det för principerna för Lean energiförvaltning. Exempel på vilka energiprinciper som är uppfyllda eller som kan komma att uppfyllas, ges för varje bild.



### 9.3.2.3.1 Värmecentral & ventilationscentral



**Figur 14** visar värmecentralen på skolan.

Som framgår av figur 14 finns det saker som kanske inte direkt förknippas med att finnas i en värmecentral. Gamla kablar i en härva på golvet, en stol med tveksam funktion samt ytterligare en hög med bråte är några saker som finns i lokalen utan att skapa ytterligare värde för lokalen. Detta överensstämmer inte alls med Lean filosofi. Tänk på verktyget 5S. Denna central är ett typexempel på hur det inte skall se ut!

Tanken, utifrån ett Lean perspektiv, är att en sådan här lokal skall vara så pass användarvänlig att vem som helst, oberoende av utbildning och erfarenhet skall med lätthet, utan någon nämnvärd tidsåtgång, kunna gå in i centralen och se om det är något som är fel. Det handlar inte om att åtgärda felen. Detta skulle innebära att en del av arbetet kring tillsyn för driftteknikerna, som i detta fallet är ett inhyrt företag, skulle kunna överlåtas till, exempelvis en vaktmästare eller en städerska som redan finns på skolan. Dessa personer i verksamheten bidrar till att energiprincip 10 uppfylls.

Driftteknikern sparar tid, förflyttning tar tid, och kan utnyttja sin arbetstid på ett tidseffektivare sätt. Tiden för personalen att gå igenom en standardiserad rond med jämna mellanrum och endast kontakta tekniker vid behov skulle vara bra, anser jag. Men som sagt då krävs det att utrymmena är användarvänliga.

Det som inte framgår av bilden är den värme som slår emot en när man kommer in i värmecentralen. Detta kan naturligtvis inte vara energieffektivt. Värmeenergi som inte kommer till nytta åskådliggörs genom en hög temperatur. Det är även så att komponenterna i centralen inte kan arbeta vid hur hög temperatur som helst. För att komma till rätta med detta har en särskild fläkt för att ventileras bort värme från fjärrvärmecentralen installerats. Detta innebär att det stundtals ventileras bort uppvärmd luft, vilket absolut kan betraktas som meningslös energianvändning.

Att hitta standardisering, enligt energiprincip 6, och använda visuell styrning, enligt energiprincip 7, är potentiella energiprinciper för denna lokal. Detta för att vem som helst skall kunna förstå om något är felaktigt i systemet.



**Figur 15 visar en provisorisk lösning på ett problem.**

Från en installation leds en slang ned på golvet, där droppandet från slangen bidrar till en fläck på golvet, se figur 15. Jag antar att de flesta som ser något som droppar, tror att något är fel. Jag har valt att inte fördjupa mig i bakomliggande fakta till denna slang med vätska. Dock vill jag nämna att det blir visuellt att något är fel, under förutsättning att det inte skall droppa på golvet, genom att betongen suger upp vattnet och det bildas en fläck. Detta skulle kunna användas för att föra upp problem till ytan, enligt energiprincip 2. Det gäller att kulturen inom fastigheten Lean är sådan att processer stoppas för att problem skall lösas, enligt energiprincip 5.

Det kan också vara så att förvaltaren inte förstår konsekvenserna eller felet med den droppande slangen. I så fall handlar det om att energiprincip 9 skall beaktas.



**Figur 16 visar korrosion på rör.**

Att döma av figur 16 så har det funnits problem orsakade av fukt på något vis på ett av rören. Isoleringen är borttagen och rörets skrovliga yta vittnar om problemet som har varit. Det är bra att driftteknikern har upptäckt felet och åtgärdat det. Men efter att åtgärden är klar, för då bilden togs

fanns det inga synliga tecken på läckage eller fukt kring röret, så måste isoleringen kring röret återmonteras. Varför har inte detta gjorts? Har det att göra med att princip 5, en fråga om kulturen inom fastighetsföretagandet?



**Figur 17** visar ett luftintag med otillräckligt galler och filter.



**Figur 18** visar resultatet av gallrets icke kompletta funktion i figur 17.

Figur 17 och figur 18 visar på hur smuts utifrån kommer in i värmecentralen. Att det är skräpigt på golvet ökar risken för att läckage inte åskådliggörs och kan rättas till så snabbt som möjligt, energiprincip 7. Tänk exempelvis på ett läckage från en krets som försör byggnaden med tappvarmvatten. Syns inte läckage, kan icke värdeskapande energi passera genom byggnaden, till följd av läckaget.



**Figur 19 visar pumpen som cirkulerar tappvarmvatten i byggnaden**

Med figur 19 skall energiprincip 3 åskådliggöras. Tanken med en pump som cirkulerar varmvatten i byggnaden, är att brukaren som vill ha varmvatten inte skall vänta onödigt länge. Detta överensstämmer med väntan, ett av Leans slöseri. Men det är alltid en övervägning mellan hur mycket det får kosta processen för att uppnå brukarens krav. Även pumpen som ser till att varmvattnet transporteras runt i systemet drar ström. Det kan ifrågasättas om vattnet verkligen behöver cirkuleras nattetid. Finns det ingen efterfrågan skall inte vattnet cirkuleras. Överproduktion blir resultatet av detta.

På bilden, figur 19, syns även ett gammalt apparatskåp, det största skåpet på bilden. Detta finns kvar, trots att ett nytt finns på en annan plats i lokalen. Saker som finns, utan att fylla en funktion gör det inte lättare att förstå hur systemet fungerar. Det nya apparatskåpet finns i figur 20.



**Figur 20 visar apparatskåpet som är i drift.**



**Figur 21** visar en shuntgrupp.

Flera tecken på att det går att visualisera system finns redan i byggnaden. Exempel framgår av figur 21, där skyltar visar vad installationen är till för samt vilken temperatur som finns i systemet vid olika platser. Här framgår energiprincip 7:s budskap. Dock kan det ifrågasätta om mätarna inte skall sitta på rad. Det finns kanske en risk att en okunnig person, som skall se över om allt är i sin ordning i systemet missar den ena mätaren. Dessutom är det inte säkert att den som går ronden har en aning om vilket värde som mätarna skall stå på för att det skall vara bra. Pilar som visar var mätarna skall stå gör det visuellt för den som går ronden att se om allt är okej. Samma resultat kan uppnås med färger, exempelvis grönt är bra och rött är dåligt. Vid röd signal kontaktas drifttekniker.

Shuntgrupper finns det flera stycken i värmecentralen, se figur 21. Varje shuntgrupp har en pump som arbetar. Ur energisynpunkt kan antalet pumpar, deras verkningsgrad och utnyttjandegrad ifrågasättas. Det som skall åstadkommas är stor temperaturskillnad mellan inkommande och utgående vatten i systemet. Detta innebär att pumpen skall pumpa runt vattnet långsamt under varmare dagar och vid kallare dagar skall pumpen jobba hårdare. Givetvis skall inte pumpen cirkulera vatten då det inte finns ett värmebehov.

Det kan tänkas att värmesystemet sammankopplas med en väderprognosstyrning. Har byggnaden en tung stomme kan detta vara kostnadseffektivt (Adalberth & Wahlström, 2007). Detta ligger helt i linje med energiprincip 4. Med den tunga stommen blir arbetsbelastningen utjämnad.



**Figur 22** visar en display i värmecentralen.

Att något är fel indikeras tydligt i figur 22. Frågan är varför ingen har rättat till felet? Beror det på organisationsproblem, ingen vet vems uppgift det är? Kan det vara så att ingen har upptäckt felmeddelandet? Kanske är det bakomliggande felet att placeringen av monitorn inte är i ögonfallande för driftteknikern. Energiprincip 12 kanske behöver utnyttjas, reflektion över monitorns placering och förbättra utav denna. Kanske en ljudsignal som varnar för att något är fel skall installeras tillsammans med displayen. Människan har lättare att ta till sig information om flera sinnen får arbeta parallellt.



**Figur 23** visar dokumentskåp

I ventilationsrummet finns det ett skåp för dokument som rör installationerna i byggnaden, se figur 23. Äntligen ett tecken på ordning och reda samt ett välutvecklat standardiserat system för dokument! Trodde jag... Javisst, skåpet finns där. Men nyckeln, som också är lättillgänglig, och hänger på sidan av skåpet är bruten. Detta innebär att dokumentationen blir svårtillgänglig. Var ligger problemet i detta? Frågan är om förvaltaren har förstått nyttan med dokumentskåpet, vilket kan härledas till energiprincip 9? Är det så att det föreligger problem i kulturen inom fastigheten? Nyckeln har i alla fall knäckts av någon anledning. Enligt min tro, måste en människa ha varit närvarande när detta

hände. Varför återrapporterar inte denna personen om felet som uppstått? Eller varför har ingen brytt sig om att lösa problemet?

I och för sig har det varit någon som försökt att lösa problemet, öppna skåpet, eftersom låset på skåpet är deformerat. Bra med kreativitet och initiativtagande inom fastighetsförvaltning. Men varför går inte berörda personer till botten med problemet genom att fixa en ny nyckel? Åverkan på skåpet gör det troligen inte lättare att i framtiden komma åt dokument, även om det förhoppningsvis kommer att finnas en ny nyckel inom det snaraste.

På skåpet finns ett A4-ark med drifttiderna för ventilationen. Mycket lättförståligt och placeringen är i ögonfallande när dörren till ventilationscentralen öppnas. För en utomstående, som utför en rondring kan iakttagelser om ventilationsflöde lätt märkas genom ljudnivån i utrymmet. Hög ljudnivå innebär att ventilationen är i drift, dock framgår inte i vilken omfattning. När inventeringen gjordes var det helt tyst i ventilationsrummet, mer om detta i avsnitt 9.3.2.3.2.

Att sätta upp ett papper med drifttider på ett skåp ifrågasätter jag. Pappret är inte inplastat och ligger inte heller i en plastficka. Det är dessutom tveksamt hur länge tejpjen håller. Troligen håller inte tejpjen lika länge som installationerna är tänkta att hålla. Även med små bagateller, kan långsiktigheten ifrågasättas. Energiprincip 1 är inte uppfylld för detta A4-ark.

#### 9.3.2.3.2 Uthyrd ytor



**Figur 24** visar värmesystemet i gymnastiksalen, placerade i taket.

Figur 24 är från skolans gymnastiksal. Värmen distribueras från taket genom långa värmeslingor. Ur ett Lean perspektiv är frågan hur bra detta är. Varm luft har lägre densitet än kall luft. Detta innebär att varm luft har en benägenhet att stiga upp mot taket. Att ha värmekällan i taket anser jag inte vara långsiktigt hållbart. För att nå en brukarvänlig inomhustemperatur måste temperaturen närmast taket, i distributionssystemet vara hög. Detta gör även att taket har en hög temperaturskillnad mellan ute och inne. Den stora temperaturskillnaden ger en stor potential för värmeenergi att ledas ut ur byggnaden, eftersom värmetransporten kan beskrivas med följande formel:

$$q = \frac{T_1 - T_2}{R}$$

där:

$$q = \text{värmeflödet, } W/m^2$$

$$T_1 = \text{Yttemperaturen på takets insida, } ^\circ C$$

$$T_2 = \text{Yttemperaturen på takets utsida, } ^\circ C$$

$$R = \text{Värmemotståndet i taket, } m^2 K/W$$

Onödig energianvändning uppkommer alltså med denna konstruktion, då mer energi måste tillföras för att brukarna skall befinna sig i termisk komfort, än om ett alternativt värmesystem hade funnits.

I detta fall vill jag påstå att energiprincip 1 inte uppfylls, med att det finns potential till att den kan uppfyllas om distributionssystemet byts ut. Även energiprincip 11 kan uppfyllas om produktutvecklingen, framtagning av ett nytt distributionssystem, genomförs i konsensus.



**Figur 25** visar ljusbilden i utrymmena för brukaren

Precis som tanken med att inte fler fönster skall finnas än vad som brukaren frågar efter, kan det ifrågasättas hur mycket lampor det skall finnas i lokalerna, se figur 25. Det skall inte finnas starkare belysning än vad brukaren frågar efter. All belysning därutöver definieras som överproduktion. Det går också att vända på resonemanget och ifrågasätta lampornas existens, i varje fall i korridorer. Om tillräckligt många fönster finns i korridoren så kan belysningen dagtid reduceras. Detta blir då en fråga om vilket som är mest lönsamt, fler fönster eller mer belysning, ur ett energiperspektiv. Denna fråga är inte helt enkel att besvara. Faktorer som spelar in är verksamhetens drifttid, klimatet där byggnaden befinner sig och vilka krav brukarna har på belysning i allmänna utrymmen. Exempelvis i lärolokaler är ljus en viktig faktor för att inlärningsprocessen skall bli effektiv. I dessa utrymme kan alltså inte besparing med ljus göras, eftersom att det skulle inverka på de värde som skall upprättas i verksamheten.

Det är även aktuellt att titta på lampornas verkningsgrad och hur ljusbilden är utformad. Är det rätt saker som blir upplysta av belysningen? Dessa tankar förs till energiprincip 3, där efterfrågan skall få



styra. Långsiktigt tänkande, energiprincip 1, vid utformning av lokalen, med anledning av ljusbilden, är också aktuellt att tänka på.

Ur energisynpunkt är det också viktigt att systemet fungerar efter verksamhetens utformning. Jag tänker på automation av belysningsarmaturer. Är det så att brukare inte tar förgivet att släcka efter sig måste detta ske automatiskt. Eftersom det är en skola som kartläggs och det rör sig många brukare i lokalerna under en dag ser jag det som nödvändigt att det finns rörelsedetektorer kopplade till belysningen. Det räcker att en brukare glömmet att släcka vid dagens slut, så står belysningen och slösar energi under en hel natt, i värsta fall även under helger och längre lov. Tekniken måste vara pålitlig och välutprovad, enligt energiprincip 8.



**Figur 26 visar en radiator.**

Antalet fall som ett system kan varieras på skall vara så få som möjligt. Exempelvis kan variationen hos individuella radiatorer ifrågasättas. Finns det ventiler att justera, lättillgängligt för brukaren, se figur 26, är risken stor att värmebilden i byggnaden blir förändrad till följd av brukarens beteende. Lösningen på detta problem är att ta bort ventilen från radiatören och istället sätta den på ett annat ställe på distributionssystemet, där endast driftansvarig kan komma åt. Detta gör att systemet blir mer tillförlitligt och antalet fel i systemet minskar. Energislöseri, i form av alltför hög värmeproduktion i vissa lokaler uteblir således. Ett kontinuerligt processflöde har skapats, enligt energiprincip 2.



**Figur 27** visar en knapp för forcerat flöde.

Ur Leans synvinkel känns knapp i figur 27 väldigt bra. För det första finns det en varierad mängd brukare i lokalen, i detta fallet en konferenslokal. Att finna ett luftflöde som passar efter alla behov, utan att slöseri skapas, är inte lätt. Tänk dig att lokalen skall vara dimensionerad för 2 personer ena dagen och 10 personer nästa dag för att den tredje dagen stå tom. Detta är inte lätt, speciellt som det inte finns ett VAV-system, Variable Air Volume-system, i byggnaden. Det som är bra med knappen är dels att den är utmärkt med en liten skylt, vilket följer energiprincip 7. Knappen har timer, vilket innebär att om brukaren skulle glömma att stänga det forcerade flödet efter att ha lämnat lokalen, så stängs det automatiskt. Det har alltså byggts in en säkerhet i systemet, som minskar risken för överventilation. Dessutom ökar brukarens delaktighet påtagligt i och med denna knapp. Brukaren får möjlighet att påverka systemet. Detta är en viktig grundförutsättning för att även få brukaren att bli en del utav energisystemet.



**Figur 28** visar skolans bibliotek.

I lokalen i figur 28 är det mycket dålig luft. Det uppfattades av oss, enbart genom vårt sinne. Detta kan knytas till texten om ventilationssystemets tysthet i föregående avsnitt 9.3.2.3.1. Att ventilationen inte är igång är ett faktum. Sånt kan hända, men det som inte får hända är att brukarna inte får vetskap om problemet. Det är en brist i systemet som gör att brukarkraven inte uppnås. Det minsta som kan begäras är att information når brukarna så att de själva kan ta beslut om de vill vistas i lokalen eller ej. Ingen visuell styrning används. För den utan kunskaper om ventilationssystemet kan dessutom

knappen för forcerat flöde, som syns i figur 27 ge upphov till falska förhoppningar. Det finns inget som indikerar att systemet inte är i drift, utan brukaren tror att ett extra flöde forceras genom lokalen med knappen intryckt.



## 10 Resultat

Efter att jag vänt och vridigt på principerna för Lean har jag inte kommit fram till något som talar emot de energiprinciper som jag lagt fram. Energiprinciperna blir mitt resultat i denna rapport, se tabell 4.

Tabell 4 visar energiprinciperna.

Energiprincip nr.	Energiprincip
1	<i>Basera era ledningsbeslut på långsiktigt tänkande, även då det sker på bekostnad av kortsiktiga ekonomiska mål.</i>
2	<i>Skapa kontinuerliga processflöden som för upp problemen till ytan.</i>
3	<i>Låt efterfrågan styra för att undvika överproduktion.</i>
4	Jämna ut arbetsbelastningen i de fall grundorsakerna är påverkningsbara.
5	Bygg upp en kultur som gäller alla människor involverade i fastigheten Lean, där man stoppar processer för att lösa problem, så att kvaliteten blir rätt från början.
6	Lägg standardiserat arbetssätt till grund för ständiga förbättringar och parternas delaktighet.
7	<i>Använd visuell styrning, så att inga problem förblir dolda.</i>
8	Använd bara pålitlig, väl utprovad teknik som stöder förvaltarna och processerna.
9	Utveckla förvaltare som verkligen förstår hela energisystemet, lever efter grundfilosofin och lär ut den till såväl förvaltarorganisation som till brukare.
10	<i>Gå och se med egna ögon för att verkligen förstå situationen.</i>
11	<i>Fatta beslut långsamt och i konsensus, överväg noga samtliga alternativ, verkställ snabbt.</i>
12	<i>Bli en lärande organisation genom att oförtröttligt reflektera och ständigt förbättra.</i>



# 11 Diskussion

## 11.1 Vägval

Under detta arbetes gång, har jag stått inför ett antal vägval. Varje vägval har gett nya möjligheter men samtidigt stängt dörrar till andra vyer. För mig har det känts naturligt att genomföra en litteraturstudie som metod för studien kring Lean, eftersom det finns en hel del litteratur att tillgå inom detta område. Det jag har tillfört är min kunskap om energi, energisystem och energislöseri.

Därnäst har det valts spår inom Lean. Lean är en filosofi som har anammats i många verksamhetsområden av helt skilda karaktärer. Mitt val har fallit på tre Lean områden, se avsnitt 8.3. Det skulle kunna tänkas att Lean energiförvaltning fått annorlunda formulerade principer, om andra Lean områden skådats. Detta skulle kunna resultera i andra metoder för Lean energiförvaltning och Lean energikartläggning. Någonstans måste gränsen dras för vad som är rimligt att klara av i ett examensarbete. Var den rimliga avgränsningen har ställts, och vilka områden som skådats inom Lean har varit mina val, vilka grundades på den erfarenhet jag hade, dels innan projektet tog form, men också av den kunskap som jag vunnit under projektets gång.

Rapporten har rakt igenom utgått från förvaltningsperspektivet. Det handlar om redan existerande byggnader, med brukare och därtill konsekvenser av drift och underhåll. I efterhand tänker jag att rapporten lika gärna skulle kunna haft sin utgångspunkt från nybyggnation, där Lean produktutveckling hade fått en mera framhävande roll i detta skeende.

En utgångspunkt, eller snarare en uppdelning som genomsyrar texten, är människan i systemet och maskinerna, installationerna i systemet. Denna uppdelning har känts naturlig och i litteraturen har ingen motstridighet mot denna utgångspunkt hittats. Utifrån installationer, de tekniska systemen, har uppdelningen gjorts för de traditionella energisystemen i en byggnad. För människan har en uppdelning i brukare och förvaltarorganisation gjorts. Anledningen till att endast två parter har tagits upp i denna studie, förvaltare och brukare, är till följd av arbetets omfattning. Hade tiden varit obegränsad hade Leans energiprinciper kunnat konkretiseras, speciellt för förvaltarorganisationen som består av ett antal personer med olika arbetsuppgifter.

Människan är grundstommen i hela processen. Det är för människan som värde skapas och det är för människan som fastigheten Lean finns till. Att människan är central i energisystemen, är det ingen tvekan om. Detta medför inte bara att människan kan utnyttja energisystemet utan också att hen kan påverka energisystemet, vilket kan vara både positivt och negativt. Det positiva skall framhävas och den negativa påverkan skall försöka att elimineras. För att få en grundlig förståelse för varför människan beter sig och agerar på ett speciellt vis vid kontakt med energisystem, har en liten utsvävning om människans sinnen gjorts. I denna studie har inte huvudsyftet varit att bedriva kognitionsvetenskapliga studier. Detta är dock ett område som mycket väl skulle kunna studeras vidare, för att få en större förståelse för människan i energisystemet.

Att ta bort två principer, var helt och hållet min egen kreativa skapelse. Den ena principen, som handlade om att utmana externa entreprenörer precis som sin egen personal har jag tagit bort, eftersom Lean energiförvaltning inte skulle svälla till alltför stort omfång för mig. Att den andre principen försvann, den som handlade om att utveckla människor inom organisationen, berodde på valet av att se alla inom fastigheten Lean som partners. De med kunskap ger till dem med intresse av att lära, vilket framgår av energiprincip 9.

Fastän det är partners som bygger upp fastigheten Lean, finns det olika ansvar för olika parter. Ett försök för att reda ut dessa begrepp gjordes genom parternas principer. Detta är en stor skillnad, jämte Lean produktion, där det finns en kund och en producent med ansvar för olika saker. I fastigheten Lean är det delat ansvar. För att ett delat ansvar, med olika ansvarsgrad, skall fungera i praktiken gäller det att de övergripande riktlinjerna är klarlagda innan samarbetet påbörjas. Detta är skälet till försöket att föreslå en uppdelning av principerna mellan parterna.

Energiförvaltning har enträget uttryckts i rapporten. Detta i samförstånd med energieffektivitet, som är energiförvaltningens mål, verkar för minskning av energianvändandet. Med Leans filosofi som utgångspunkt känns det naturligt att titta på energislöseri direkt, men även som en indirekt verkan av de slöserier som finns inom de skådade Lean områdena. Anledningen till detta är att Lean eftersträvar ett starkt kundvärde. I samma banor har jag börjat tänka på energislöseri. Det enda jag vill åstadkomma är mindre energislöseri från kunden. Eftersom jag anammat Leans filosofi i en hög utsträckning tidigare i rapporten, har det känts naturligt att även göra det i detta skede. Om jag inte hade gjort det, utan endast tittat på energislöseri, hade rapporten blivit svårskriven tror jag. Att inte utgå från någonting, utan att försöka beskriva var energislöseri uppkommer, genom iakttagelser anser jag svårt. Jag tänker på energi, vad är det egentligen? Det är någonting som kan förekomma i många olika former.

Spelets regler var från början givna, med att jag skulle göra en litteraturstudie för att få fram energiprinciperna. Jag skulle kunna fortsätta i det mönstret och ta fram metoder och även verktyg för området med en litteraturstudie. Vad jag sett, efter att ha gjort efterforskningar på området, finns det ingen litteratur, där Lean energimetoder är delgivna konkret. Där bröts tanken på att kunna göra enbart en litteraturstudie. Inte så konstigt egentligen, eftersom jag valt att införa Lean inom ett begränsat område. I detta skede kunde jag valt att, utifrån min egen kunskap och med argumentation för vilka metoder som används gjort en energikartläggning, genom att tagit fram tänkbara Lean energimetoder. Att jag skall ta fram metoder i ensamhet ger ingen tyngd i studien. I detta skede kändes det naturligt att vända sig till verksamma inom områdena energieffektivisering och energikartläggning. Utifrån en diskussion med dessa, verksamma på Bengt Dahlgen AB, togs sedan förslag på metoder fram. Det är först när man sett situationen, jämför med Energiprincip 10, som det finns tillräckligt med fakta att fatta sina beslut på.

## 11.2 Jämförelse med energiklassningssystem

Med denna studie har syftet varit att ta fram ett tankesätt, med principer och metoder, för att energieffektivisera byggnader. Detta är förstås inget nytt i sig. Energiklassningssystem, exempelvis "*Green Building*", "*Minergie*" och "*Passivhus*", finns. Minergie och Passivhus har funnits enda sedan 1998 (Heincke C. & Olsson D, 2012).

Green Buildings har krav på 25 % lägre energianvändning än nybyggnadskraven i gällande lagstiftning för att byggnaden skall klassas. I befintliga byggnader handlar det om att energianvändningen skall minska med 25 % för att byggnaden skall klassas (Heincke C. & Olsson D, 2012). Här finns en stor skillnad utifrån min teori. Lean energiförvaltning är en dynamisk process. Att uppnå ett statiskt krav, för att bli klassad ligger inte i linje med min modell. Istället handlar det om att hela tiden reflektera och förbättra, genom att minska energianvändningen.

Minergie är ett energiklassningssystem bestående av 6 klassningssystem för byggnader och ett för byggnadsdelar (Heincke C. & Olsson D, 2012). En sak som Minergie tar upp och som inte finns i min modell, är hur energin har producerats. En tillbakablick i avsnittet *Avgränsningar* syns detta val. Det



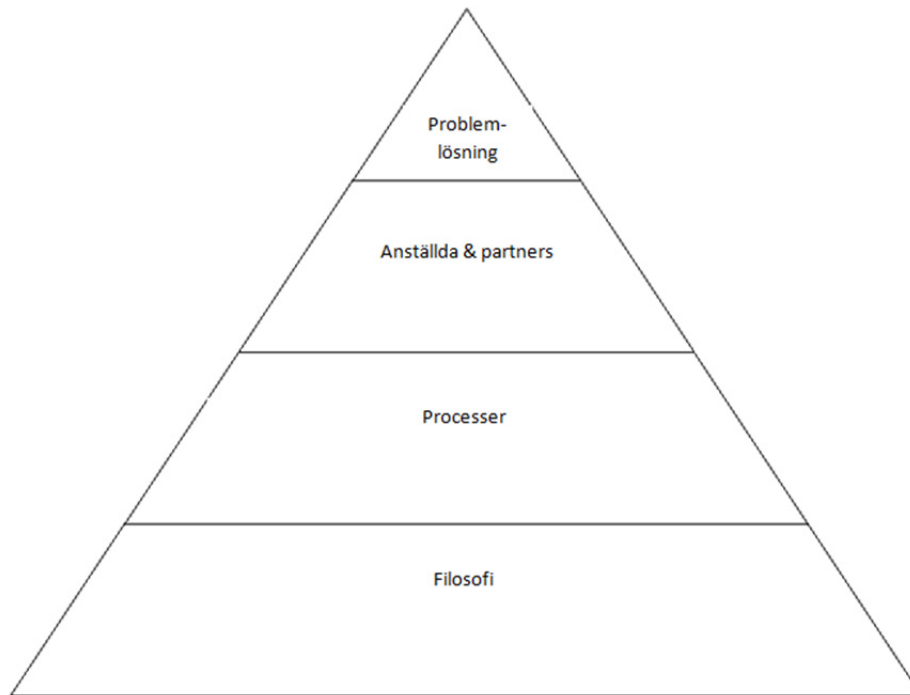
skulle naturligtvis bli alltför omfattande att även ta med hur energin når byggnaden och hur den har producerats, vilket ligger utanför de avgränsningar jag har givit. Det skulle kunna tänkas i vidare studier, att utveckla Lean energiförvaltning genom att ta med de principer som jag har uteslutit och utmana externa parter inom energisektorn. I detta fallet skulle det kunna bli en likhet mellan Minergie och Lean energiförvaltning.

Hela idén med Lean energiförvaltning, är att se processen utifrån ständig förbättring. Detta medför att varje byggnad, oavsett verksamhetskaraktär kan bli en Lean förvaltd byggnad. Detta är en skillnad jämfört med Minergie. Olika klassningssystem för passivhus, nära noll-energibyggnader och klassningssystem för vanliga byggnader är ett urval av de 6 klassningssystemen inom Minergie.

Speciellt tydligt för ett annat energiklassningssystemet, benämnt Passivhus, är fokuset på prestandakrav. Oberoende var som byggnaden är placerad, geografiskt sätt, gäller samma krav på energihushållning för att uppnå godkänd klassning. Detta ger naturligtvis en skillnad i utformning av hus i norra Skandinavien, jämfört med hus belägna i Tyskland, där Passivhus är framtaget. I min studie har inga exakta mål, i den mening med numeriska energivärden, satts upp för att en byggnad skall klassas som Lean Energiförvaltning. Min idé bygger på ständig förbättring och jag menar att förbättring går att åstadkomma genom att hela tiden förbättra både verksamhet och byggnad i små steg. Att definiera slutliga mål, anser jag skulle innebära att utvecklingen stagnerar. När väl målet är uppnått finns det ju ingen anledning att fortsätta kämpa för att utvecklas, minska på slöseriet i byggnaden.

I min studie har jag försökt att trycka hårt på brukarbeteende och människan i systemet. Människan anser jag vara en stor del utav energisystemen. Människor har en förmåga att förändra system och vilja påverka sin omgivning. Detta ser jag som en komplexitet i systemet. Installationer går att styra och ställa in för bestämda värden. Människan är svårare att hantera och detta är orsaken till påtryckningen om utbildning. De val som varje människa i fastigheten Lean gör, rörande energisystemet, skall vara underbyggda av kunskap och förståelse. Med denna filosofi kan en del fel undvikas i fastigheten Lean.

En intressant sak, om vi vill jämföra Lean fastighetsförvaltning med energiklassningssystem, borde vara hur långt fastighetsföretaget och brukaren tillsammans nått på sin resa inom Lean. Detta kan jämföras med skalan för Breeam: Pass, Good, Very Good, Excellent och Outstanding. För Lean energiförvaltning skulle en liknande skala kunna användas. Anledningen till att detta hade varit intressant, är med tanke på ständig förbättring. För Lean produktion finns en liknande nivåtrappa, för att se hur långt verksamheten kommit i Lean. Den är beskriven som en pyramid, se figur 29 nedan. Det är efter denna pyramid som principerna inom Lean produktion är uppdelad. Filosofi motsvaras av princip 1, process motsvaras av princip 2-8, anställda och partners motsvaras av princip 9-11 och problemlösning motsvaras av princip 12-14.



**Figur 29** visar Lean produktions pyramid över utvecklingen för Lean.

Pyramiden åskådliggör verksamhetens resa mot Lean. Först måste det finnas en grundtanke som är hållbar, grunden av pyramiden. I processteget är tanken att onödigt slöseri urskiljs och elimineras. I de efterföljande två stegen gäller det att hela tiden utmana anställda och partners samt ständigt förbättra verksamheten genom problemlösning. Med denna visuella bild går det att se hur långt verksamheten kommit inom Lean.

På motsvarande sätt, utifrån de principer och med hjälp utav de metoder som jag tagit fram för Lean energikartläggning, kan det tänkas att en betygsättning av byggnader görs, för att se hur långt en byggnad nått i utvecklingen. Anledningen till detta, som jag ser det, är att om en verksamhet får se var de befinner sig får de också uppfattning om hur långt de har kvar för att bli bra. Men betygsättningen skall för den delen inte motverka drivet efter ständig förbättring.

Jag tänker mig en skala mellan 1 och 10, för varje energiprincip. 10 är den bästa klassningen, vilken inte kan uppnås, eftersom ständig förbättring hela tiden skall förekomma. Betyget från alla energiprinciper sammanställs sedan och ett medelvärde utgör byggnadens slutbetyg. Betyget åskådliggör hur bra byggnaden är anpassat till Lean.

## 12 Slutsats

Det är viktigt att se energieffektivitet utifrån kundens synvinkel. Energislöseri skall elimineras. Det är för kunden, brukaren, som byggnaden finns och det är brukarens behov som skall uppfyllas. Det är inte bara slöseri, så som mängden värme som strålar ut genom byggnaden som är viktigt att beakta. All verksamhet som bidrar till högre energiåtgång, men som inte tillför något värde skall elimineras. Med detta vill jag säga att det inte enbart är isolertjockleken och återvinningsgraden i ventilationssystemen som spelar in om en byggnad är energieffektiv eller ej. Alla system i byggnaden, som förr eller senare omvandlar energi till värmeenergi, skall beaktas.

Lean är en filosofi. Med de anpassningar som jag gjort, anser jag filosofin vara tillämpningsbar på byggnader, oavsett vilken verksamhet de inrymmer. Att jag funnit metoder som kan kopplas till Lean energiprinciper ser jag som ett tecken på att Lean är implementerbart i energiförvaltning.

Lean energiförvaltning är ett område som borde kunna vara gångbart även ur praktiskt perspektiv, utifrån denna teoretiska studie. Helhetssyn, med människan som en del av energisystemet, ser jag som en styrka i Lean energikartläggning.

Med det långsiktiga tänkande som finns inom Lean, kan energiförvaltning uträttas på en ny nivå, där kortsiktiga ekonomiska mål försätts åt sidan.

Människan är en del utav energisystemet och har förmåga att påverka det. Detta är både på gott och ont. Att människan har förmåga att fatta beslut, ser jag som en komplexitet, som måste beaktas, vid energiförvaltning.

Engagemang från förvaltare, men även från brukare, medverkar till ständigt förbättringsarbete. Att ta med brukarna på resan för energieffektivare byggnader ser jag som en styrka inom Lean energiförvaltning. Utbildning för såväl brukare som förvaltare är gynnsamt för energianvändningen i energisystemen.

Minskning av indirekt slöseri har genom exempel i rapporten, visat sig påverka energianvändningen i positiv riktning.

En viktig slutsats med detta arbete anser jag vara tanken på att energieffektivitet aldrig blir fulländat. Att hela tiden arbeta för att bli lite bättre, hålla den gnistan vid liv, är bland det bästa, kanske till och med det bästa med Lean energiförvaltning och Lean energikartläggning.



## 13 Referenser

- Abel, E. & Elmroth, A. (2008) *Byggnaden som system*. Stockholm: Forskningsrådet Formas
- Adalberth, K. & Wahlström, Å. *Energibesiktning av byggnader - flerbostadshus och lokaler*  
Stockholm: SIS Förlag AB
- Bergström, B. (2012) *Effektiv visuell kommunikation*. Stockholm: Carlsson Bokförlag
- Bicheno, J., Anhede, P. & Hillberg, J. (2009) *Lean för Service och Tjänst*. Göteborg: Revere AB
- Bokalders, V. & Block, M. (2009) *Byggekologi, kunskap för ett hållbart byggande*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst
- Boverket (2010) *Teknisk status i den svenska bebyggelsen* Karlskrona: Boverket
- Boverket (2013) *BFS 2013:14 - BBR 20* Tillgänglig på Internet:  
<https://rinfo.boverket.se/BBR%5CPDF%5CBFS2013-14-BBR20.pdf> [2013-11-08]
- Burström P G. (2007) *Byggnadsmaterial*. Lund: Studentlitteratur
- Claesson, J., Nevander, L E., Sandin, K (1984) *Värme*. Lund: Institutionen för byggnadsfysik vid Tekniska Högskolan i Lund
- Edman, G. (2006) *Ärligt talat Herr utlänning- Framgångsrecept för att lyckas i Japan*. Stockholm: Sweden-Japan Foundation
- Energikontoret Sydost (2013) *Vägledning för återvinning av värme från avloppsvatten*. Tillgänglig på Internet:  
[http://www.energi-kontorsydost.se/userfiles/file/Uppdrag%20och%20projekt/Wastewater\\_broschyr.pdf](http://www.energi-kontorsydost.se/userfiles/file/Uppdrag%20och%20projekt/Wastewater_broschyr.pdf)  
[2013-11-12]
- Energimyndigheten (2004) *Handbok för kartläggning och analys av energianvändning - Tips och råd från energimyndigheten*. Tillgänglig på Internet:  
<http://energimyndigheten.se/Global/F%C3%B6retag/kart.pdf> [2013-11-08]
- Energimyndigheten (2009) *Om Ekodesign och energimärkning*. Tillgänglig på Internet:  
[http://www.energimyndigheten.se/Global/F%C3%B6retag/Ekodesign/Infoblad/OmEkodesign\\_okt09.pdf](http://www.energimyndigheten.se/Global/F%C3%B6retag/Ekodesign/Infoblad/OmEkodesign_okt09.pdf)  
[2013-11-12]
- Energimyndigheten (2011) *Energimyndighetens roll i miljömålssystemet*. Eskilstuna: Statens energimyndighet
- Energimyndigheten (2013) *Bild - energimärkning*. Tillgänglig på Internet:  
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Ekodesign/Energimarkningsdirektivet/Energimarkning/>  
[2013-11-12]
- Europaparlamentet (2006) *Europaparlamentets och Rådets direktiv 2006/32/EG*. Tillgänglig på Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0064:SV:PDF>  
[2013-10-24]

Europaparlamentet (2010) *Europaparlamentets och Rådets direktiv 2010/30/EU*. Tillgänglig på Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:SV:PDF> [2013-11-12]

Europaparlamentet (2012) *Europaparlamentets och Rådets direktiv 2012/27/EU*. Tillgänglig på Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:SV:PDF>

Granér, R. (2000) *Arbetsgruppen, Den professionella gruppens psykologi*. Lund: Studentlitteratur

Hansson, B., Olander, S. & Evertsson, H., (2007) *Begrepp i bygg- och fastighetssektorn*. Tillgänglig på Internet: [www.bekon.lth.se](http://www.bekon.lth.se) [2013-09-18]

Hamon, E. & Jarebrant, C. (2007) *Effektivt byggande- utmana dina processer*. Malmö: Prolog Bygglogistik AB

Heincke C. & Olsson D. (2012) *Grönt helt enkelt*. Kvänum: Swegon Air Academy

Holmdahl, L. (2009) *Veckobrev No 2 2009*. Tillgänglig på Internet: <http://www.lpd.larsholmdahl.com/archive/2009-2.pdf> [2013-09-02]

Holmdahl, L. (2010) *Lean Product Development På Svenska*. Göteborg: ABC-Tryck AB

Hård af Segerstad (2011) *Kommunikation och information, en bok om människans förmåga att tänka, tala och förstå*. Stockholm: Liber Ab

Johansson, D. (2013) Muntlig källa. [2013-10-03]

Johansson, P E. (2012) *Lean Energy –att öka flexibilitet och minska affärsrisk*. Tillgänglig på Internet: <http://www.automationregion.com> [2013-10-02]

Lantmäteriet (2012) *Lantmäteriförrättning - För en ändamålsenlig fastighetsindelning*. Tillgänglig på Internet: <http://www.lantmateriet.se/-FUNKTIONER-/Soksida/?query=lantm%C3%A4terif%C3%B6rr%C3%A4ttningar> [2013-09-23]

Lundgren, M. (2010) *Nya Japanhandboken*. Stockholm: Max Lundgren

Liker, J K. (2009) *The Toyota Way*. Malmö: Liber AB

Lundberg, K., Schüldt J., Rother-Schirren T., Lagerstedt A., Calleman C., Nordell P. J., Persson H. A., Radetzki M. & Zila J. (2011) *Juridik Civilrätt Straffrätt Processrätt*. Stockholm: Bonniers

Modig, N. & Åhlström, P. (2012) *Detta är lean*. Stockholm: Stockholm School of Economics Institute for Research

Nevander, L. E. & Elmarsson, B. (2011) *Fukthandbok, praktik och teori*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst

Nilsson, E., Johansson, A-C., Brunskog, J., Sjökvist L-G. & Holmberg, D. (2008) *Grundläggande Akustik*. Lund: Institutionen för byggvetenskaper, LTH

Olander, S. (2012) Muntlig källa [2012-10-29]

- Osvelder, A-L. & Ulvengren P. (2008) *Arbete och teknik på människans villkor- Människa-tekniksystem*. Stockholm: Prevent
- Ottosson, S. (2006), *Handbook in Innovation Management*. Tillgänglig på Internet: <http://www.complexityforum.com/articles/handbook%20in%20innovation%20management.pdf> [2013-09-02]
- Prevent (2010) *I 2 3 4 5 kör!* Tillgänglig på internet: <http://www.prevent.se> [2013-08-26]
- Regeringskansliet (2013a) Tillgänglig på Internet: <http://www.regeringen.se/sb/d/12241> [2013-10-24]
- Regeringskansliet (2013b) Tillgänglig på Internet: <http://www.regeringen.se/sb/d/12241/a/213838> [2013-10-24]
- Runebjörk, I. & Wendleby, M. (2013) *Lean med hjärta och kreativitet*. Stockholm: Ekerlids Förlag
- Sandin, K (2010) *Praktisk byggnadsfysik*. Lund: KFS AB
- Sandkull, B. & Johansson, J.(2009) *Från Taylor till Toyota*. Lund: Studentlitteratur
- Sebestyén, U. (2006) *Multiprojektledning*. Rönninge: Parmatur HB
- Seddon, J. (2010) *Bort från styrning och kontroll- omvärdering av Lean Service*. Lund: Studentlitteratur AB
- Skärvad, P. H. & Olsson, J. (2008) *FöretagsEkonomi 100*. Malmö: Liber AB
- Socialstyrelsen (1999) *SOSFS-1999:25*. Tillgänglig på Internet: <http://www.socialstyrelsen.se/sosfs/1999-25> [2013-11-11]
- Sveriges Riksdag (2011) *Sveriges andra internationella handlingsplan för energieffektivisering*. Tillgänglig på Internet: <http://www.regeringen.se/content/1/c6/17/20/99/48840613.pdf> [2013-10-24]
- Tonnquist, B. (2008) *Projektledning*. Stockholm: Sanoma Utbildning AB
- Wadsö, L. (2012) Muntlig källa [2012-05-14]
- Westerholm, A. & Åström, M. (2006) *En kognitionsvetenskaplig introduktion till Människa-maskin-interaktion*. Lund: Studentlitteratur
- Westerlund, P., Armstrong Darvik, C., Bergdahl, M., Elmroth A., Hallén, T., Kåberger, T., Marckert P., Nordling, J. & Petersson, P-E. (2012a) *Energieffektivisering av Sveriges Bebyggelse*. Tillgänglig på Internet: <http://www.iva.se/Documents/Publikationer/Projekt/201211-IVA-Energieffektivisering-rapport2-F.pdf> [2013-08-20]
- Westerlund, P., Armstrong Darvik, C., Bergdahl, M., Elmroth A., Hallén, T., Kåberger, T., Nordling, J. & Petersson, P-E. (2012b) *Energieffektivisering av Sveriges flerbostadshus*. Tillgänglig på Internet: <http://www.sbuf.se/ProjectArea/Documents/ProjectDocuments/5C450325-F3C0-4D90-A899-30A6ED7820D6/FinalReport/SBUF%2012407%20Slutrapport%20Energieffektivisering%20av%20Sveriges%20flerbostadshus.pdf> [2013-11-12]