

## Modulbeskrivning

Jonas Möller Nielsen

Denna kursmodul ”Energibesparing i växthus – tekniska möjligheter”, vänder sig till dig som arbetar inom växthusbranschen, t.ex. som odlare, förman, teknikansvarig, säljare av teknisk utrustning, konsult eller lärare. Modulen är fokuserad på energieffektivisering i växthus med särskilt fokus på ekonomiska kalkyler för att utvärdera olika tekniska lösningar, och kursen ger en gedigen insikt i hur kostnaderna kan minskas på sikt genom bl.a. livscykelkostnadsberäkningar (LCC).

Kursmodulen är framtagen inom Tillväxt Trädgård, SLU Alnarp, där syftet är att ta fram ett färdigt koncept med kursprogram och kursmaterial som ska få en nationell spridning. Målet är att på sikt minska energianvändningen inom den svenska växthusodlingen.

### Kursinnehåll

I kursen behandlas olika områden som är lämpliga för energieffektiviserande åtgärder, både små och stora åtgärder går igenom. Ett stort fokus ligger på ekonomiska beräkningar av de olika åtgärderna.

Stor vikt läggs på att introducera begreppet livscykelkostnad (LCC), som marknadsförs på bred front inom hela EU och där fokus läggs produktens totala kostnad sett över hela livslängden. I flera traditionella kalkylmetoder, läggs

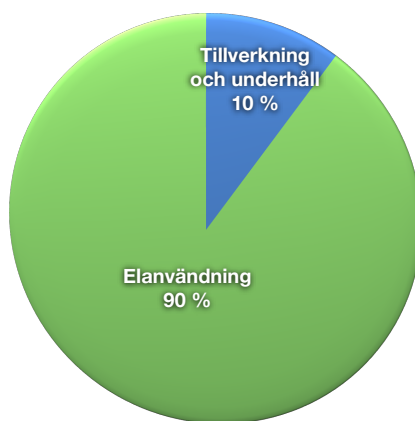


Diagram 1. Sett över hela elmotorns livslängd utgör tillverkning och underhåll i detta fall bara 10 % av totalkostnaden.

fokus på investeringskostnaden, men för många produkter utgör de löpande kostnaderna, som oftast utgörs av kostnader för energi, en betydligt större kostnads-post. Förhållandet mellan investeringskostnad och energikostnad för en elmotor visas i diagram 1. På sista sidan visas ett hur en LCC-beräkning genomförs.

Metoderna som går igenom kan användas av företag för att få bättre underlag vid jämförelse mellan olika offerter, men kan även användas av säljare för att motivera köp av en dyrare produkt som är billigare på sikt.

### Kursprogram

Kursen ger kunskaper i hur man minskar energiåtgången både i befintliga växthus och i samband med nybyggnation. Kursen kan genomföras på en dag, men det är även möjligt att ha två halvdagar, t.ex. eftermiddag och förmiddag, med gästföreläsning och diskussion under kvällen.

Deltagarnas kursmaterial består av ett antal flikar där de olika ämnena behandlas, blanketter för olika beräkningar, kalkylark för både MS Excel och Apple Numbers samt fördjupningslitteratur. För kursledaren finns även en uppsättning bildspel (MS PowerPoint och Apple Keynote) som kan ligga till grund för kursen.

### Kursmaterial och upplägg

Kurspärm med olika flikar med textmaterial, en flik med blanketter, en flik med fördjupningslitteratur samt en CD med allt kursmaterial i pärmen, samt kalkylark för både MS Excel och Apple Numbers. De kursdeltagare som vill, kan ta med sig en bärbar dator och använda sig av kalkylarken vid räkneövningarna men de bör även räkna någon uppgift för hand för att få en djupare förståelse för hur bl.a. LCC-beräkningar genomförs.

Nedan ges ett förslag på en endagskurs där varje lektion är 45 minuter.



---

## Schema

- 9:00 – 10:00** Ankomst, registrering, fika och utdelande av kursmaterial
- 10:00 – 10:45** **Flik 1 – LCC – livscykelkostnadsberäkning**
- LCC som beslutsunderlag – 8 min
  - Exempel 1 cirkulationspump – 5 min
  - Exempel 2 jämföra två cirkulationspumpar – 3 min
  - Exempel 3 byta värmepanna – 4 min
  - Räkneövning – 15 + 5 min
  - Avslutning – 5 min
- 11:00 – 11:45** **Flik 2 – Elmotorer – 5 min**
- Ekodesign
  - Effektklasser
- Flik 3 – Cirkulationspumpar**
- Ekodesign – 5 min
  - Exempel cirkulationspumpstopp – 5 min
  - Räkneövning egen cirkulationspump (Blankett-pumpstopp.pdf) – 15 + 5 min
  - Varvtalsreglering – 5 min
  - Exempel varvtalsreglering – 10 min
  - (- Eventuellt räkneövning, varvtalsreglering huvudcirkulationspump (Blankett-varvtalsreglering pump.pdf))
- 12:00 – 13:00** **MIDDAG**
- 13:00 – 13:45** **Flik 4 – Fläktar**
- Ekodesignkrav – 5 min
  - Räkneövning egen fläkt (Blankett-varvtalsreglering fläkt.pdf) – 30 + 10 min
- 13:45 – 14:30** **Flik 5-1 – Vattenburen värme**
- Rörisolering – 10 min
  - Onödiga rör
- Flik 5-2 – Luftburen värme – 5 min**
- Här följer två olika räkneexempel där de som har vattenburen värme väljer alternativ 1 och de med luftburen värme väljer alternativ 2.
- Räkneexempel alt. 1 matningsrör (Blankett-rörförluster.pdf) – 30 + 5 min
  - Räkneexempel alt. 2 kanaler (Blankett-kanalförlust.pdf) – 30 + 5 min
- 14:30 – 15:00** **FIKA**
- 15:00 – 15:45** **Flik 6 – Klimatskal**
- Dörrar och portar – 5 min
  - Isolerade väggpartier – 10 min
  - Exempel LCC-beräkning för att jämföra två olika täckmateriel – 15 min
  - Grundisolering – 2 min
  - Räkneövning byte av täckmateriel/dörr/port (Blankett-bättre isolering) – 13 min
- 15:45 – 16:30** **Flik 7 – Väv – 25 min**
- Flik 8 – Vindskydd – 10 min**
- Räkneövning vindskydd – 10 min
- 16:30 – 17:00** **Utvärdering, diskussion och avslutning**
-

---

## Kursdeltagarens förberedelse

- miniräknare med minst de 4 räknesätten
- anteckningsblock
- penna och sudgummi
- (bärbar dator med Microsoft Excel eller Apple Numbers)

Som deltagare skall du dessutom inför kursen, ha med dig följande uppgifter inför de olika momenten:

### Allmänt

Elpris (elpris, rörlig nätavgift, elskatt, elcertifikatsavgift) \_\_\_\_\_ kr/kWh  
Värmepris \_\_\_\_\_ kr/kWh  
Företagets totala årliga energianvändning för uppvärmning \_\_\_\_\_ kWh

### Flik 3 – Cirkulationspumpar

Märkeffekt från 1 cirkulationspump, helst utan pumpstopp \_\_\_\_\_ kW  
Märkeffekt från huvudcirkulationspump \_\_\_\_\_ kW

### Flik 4 – Fläktar

Märkeffekten från 1 cirkulationsfläkt/rökgasfläkt \_\_\_\_\_ kW  
(ej varvtalsreglerad)/luftbehandlingsaggregat \_\_\_\_\_ kW  
Om möjligt uppskatta även drifttiden för fläkten i fråga \_\_\_\_\_ h

### Flik 5-1 – Vattenburen värme (för dig som har)

Välj ett matningsrör och skriv ner (uppskattad) genomsnittlig framledningstemperatur under värmeperioden \_\_\_\_\_ °C  
Rördiameter \_\_\_\_\_ mm  
Rörlängd \_\_\_\_\_ m  
Lufttemperatur där röret är \_\_\_\_\_ °C

### Flik 5-2 – Luftburen värme (för dig som har)

Välj en luftkanal och skriv ner (uppskattad) genomsnittlig framledningstemperatur under värmeperioden \_\_\_\_\_ °C  
Kanaldiameter \_\_\_\_\_ mm  
Kanallängd \_\_\_\_\_ m  
Lufttemperatur i lokalen \_\_\_\_\_ °C

### Flik 6 – Klimatskal

Välj ut en dörr, port eller väggparti som du skulle vilja byta \_\_\_\_\_  
Notera vilken typ av dörr, port eller täckmateriel du vill byta från \_\_\_\_\_  
Fundera ut vilken typ av dörr, port eller täckmateriel du vill byta till \_\_\_\_\_  
Lufttemperaturer innanför dörren/porten eller väggpartiet \_\_\_\_\_ °C  
Lufttemperaturer utanför dörren/porten eller väggpartiet \_\_\_\_\_ °C  
Om möjligt, ta fram investeringskostnad för det du vill byta till \_\_\_\_\_ kr  
Om möjligt, U-värdet för befintlig utrustning (dörr, port eller täckmateriel) \_\_\_\_\_ W/(m<sup>2</sup> × °C)  
Om möjligt, U-värdet för ny utrustning (dörr, port eller täckmateriel) \_\_\_\_\_ W/(m<sup>2</sup> × °C)

---

## Exempel LCC-beräkning vid inköp av cirkulationspump

### Traditionellt köp

Offerters tas in från olika leverantörer och den med lägst pris får ordern.

Inköpspriset är 7 000 kr.

### Inköp med hänsyn till tagen till LCC-beräkning

Inköpspris 7 000 kr  
Underhållskostnad 1 500 kr/år  
Energikostnad 22 500 kr/år (elpris 0,9 kr/kWh & drifttid 5 000 h/år)  
Teknisk livslängd 10 år  
Kalkylränta 10 %

### Beräkningar ger

Nusummeffaktorn 6,1  
LCC underh.kostnad 9 150 kr (= 1 500 (underhållsk.) × 6,1 (nusummeffaktor))  
LCC energikostnad 137 250 kr (= 22 500 (energik.) × 6,1 (nusummeffaktor))  
LCC kostnad totalt 153 400 kr (= inköspr. + LCC underh. + LCC energik.)

I diagram 2 ser vi att energikostnaden under de 10 åren som produkten används utgör 89,5 % av den totala kostnaden och inköpskostnaden bara 4,5 %.

Med LCC-beräkningar flyttas fokus från investeringskostnad till verkningsgrad och totalkostnad, vilket gynnar både totalekonomin och miljön.

### Jämförelse med hjälp av LCC-beräkning

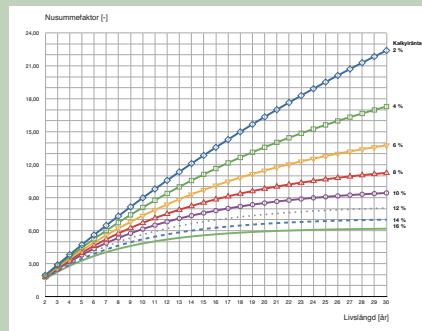
Om vi jämför pumpen ovan med en dyrare pump med högre verkningsgrad, kan värdena för den alternativa pumpen bli:

Inköpspris 8 000 kr  
Underhållskostnad 1 500 kr/år  
Energikostnad 21 375 kr/år

### Beräkningar ger

LCC underhållskostnad 9 150 kr  
LCC energikostnad 130 388 kr  
LCC kostnad totalt 147 538 kr

Skillnaden i livscykelkostnad mellan pump 1 och pump 2 är 5 862 kr till den dyrare pumpens fördel.



Förminskad tabell med nusummeffaktorn som funktion av kalkylränta och livslängd. Figuridé från Energimyndigheten.

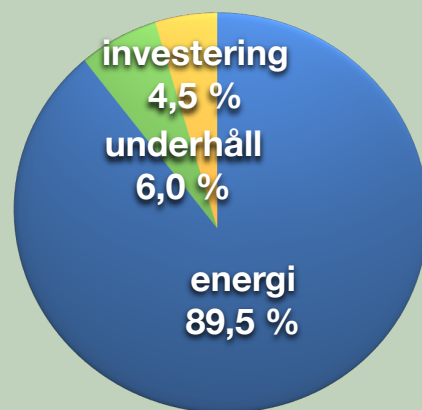


Diagram 2. Investeringskostnaden utgör en mycket liten del av cirkulationspumpens totala kostnad, när man tar hänsyn till energi- och underhållskostnaden för hela pumpens tekniska livslängd.

### Faktaruta

- Författare: Jonas Möller Nielsen, Cascada AB, [jonas.moller.nielsen@cascadaab.se](mailto:jonas.moller.nielsen@cascadaab.se)
- Projektansvarig: Sven-Erik Svensson, processledare vid Tillväxt Trädgård
- Informationsbladet är utarbetat inom LTJ-fakultetens Område Agrosystem, SLU Alnarp, Web: <http://www.slu.se/agrosystem>
- Projektet är finansierat av det nationella Landsbygdsprogrammet via Jordbruksverket och projektresultatet kommer att användas som ett underlag vid rådgivning inom delprojektet 3, Tillväxt Trädgård, SLU Alnarp, <http://tillvaxtprogram.slu.se>
- På webbadresserna <http://tillvaxtprogram.slu.se> och <http://epsilon.slu.se> kan detta informationsblad hämtas elektroniskt.

### Tillväxt Trädgård

Är ett projekt som syftar till att ge förutsättningar för ökad konkurrenskraft och tillväxt inom trädgårdsnäringsen genom nytänkande och samarbete. Projektet finansieras av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden. SLU, LTJ-fakulteten Alnarp, LRF/GRO, Hushållningssällskapet i Malmöhus, Halland och Kristianstad, Lovang Lanbrukskonsult AB, Mäster Grön samt Prysek.



Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden