

ENVA-träff

Ekonomi och Upphandling

Henrik Held – Xylem Water Solutions

Göteborg 14 maj, 2013

AGENDA

1. Återkoppling från 1:a veckan

Pumptyper/-hjul, Pump-/systemkurvor, Effekter och verkningsgrader, Nyckeltal (Specifik energi, processkrav, drifttid)

2. Energibesparing i ny anläggning

Utvärdering av olika lösningar

3. Underlag för rättvis dimensionering

Rätt indata (flöde/tryck), Fallgropar

4. LCC – Livscykelkostnad

System & inte produkt, Räkneexempel

5. Utformning av förfrågningsunderlag

Lägsta totalkostnad, Får vad man betalar för

AGENDA

1. Återkoppling från 1:a veckan

Pumptyper/-hjul, Pump-/systemkurvor, Effekter och verkningsgrader, Nyckeltal (Specifik energi, processkrav, drifttid)

2. Energibesparing i ny anläggning

Utvärdering av olika lösningar

3. Underlag för rättvis dimensionering

Rätt indata (flöde/tryck), Fallgropar

4. LCC – Livscykelkostnad

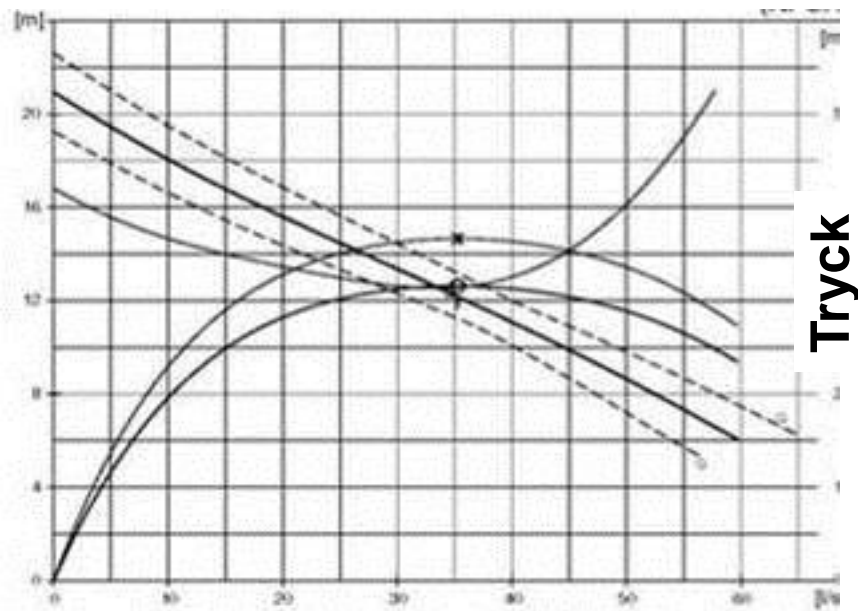
System & inte produkt, Räkneexempel

5. Utformning av förfrågningsunderlag

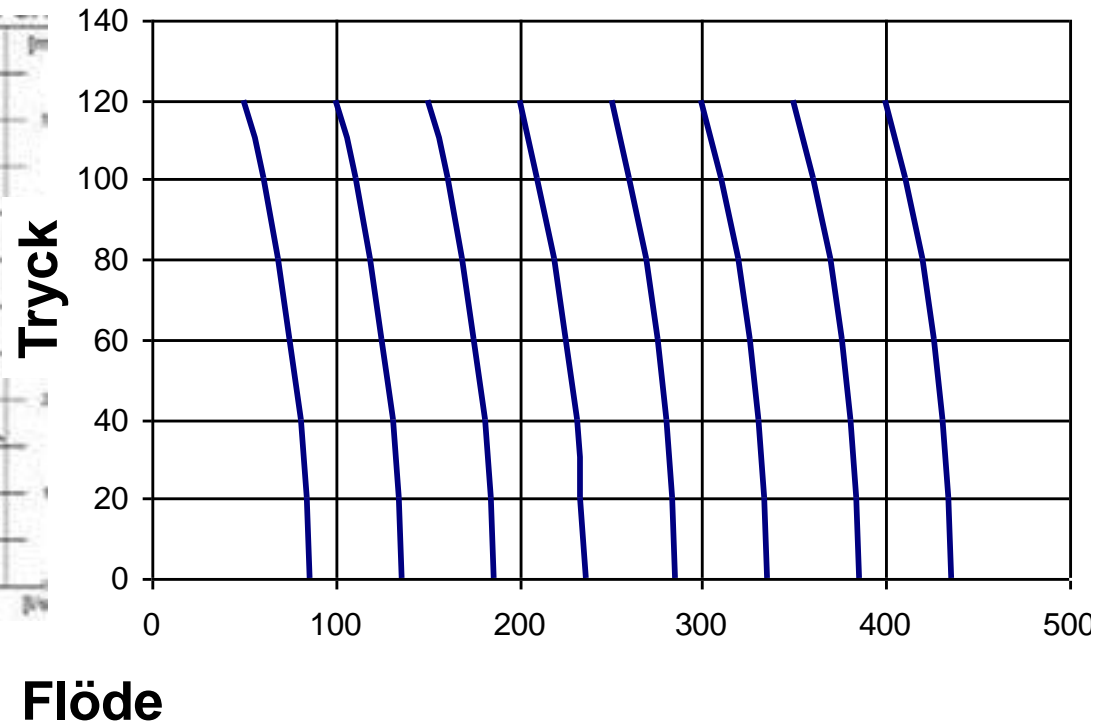
Lägsta totalkostnad, Får vad man betalar för

Pumptyper

Rotodynamisk/Centrifugal



Förträngning (Excenter)



Pumphjul – Driftsäkerhet

Problemet med igensättningar är inte stora fasta partiklar, utan partiklar uppbyggda av relativt små fibrösa trasor”

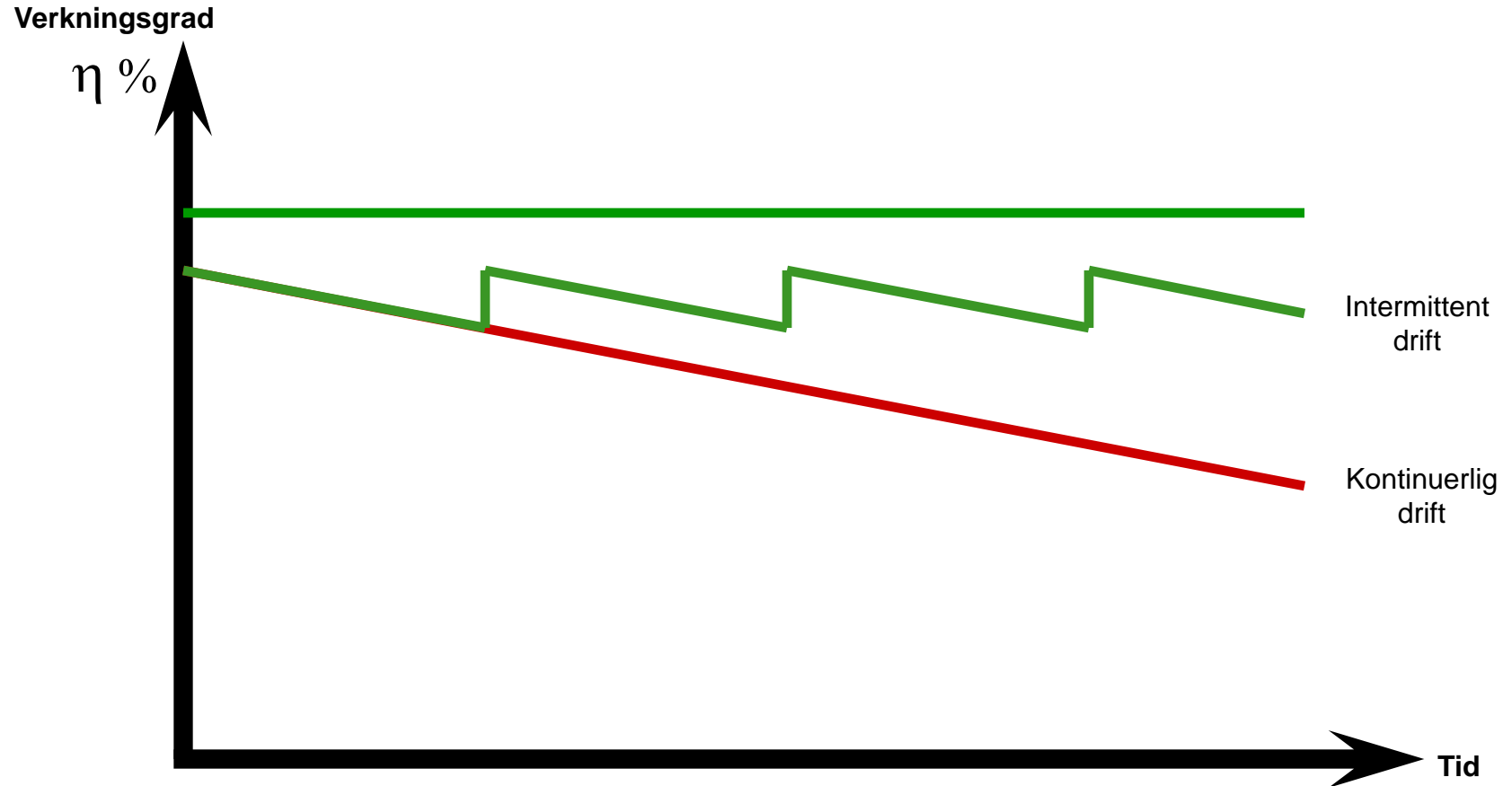


Det är dags att avliva en gammal myt !



Driftsäkerheten beror därför inte av genomloppet, utan på hur pumpen klarar fibrer!

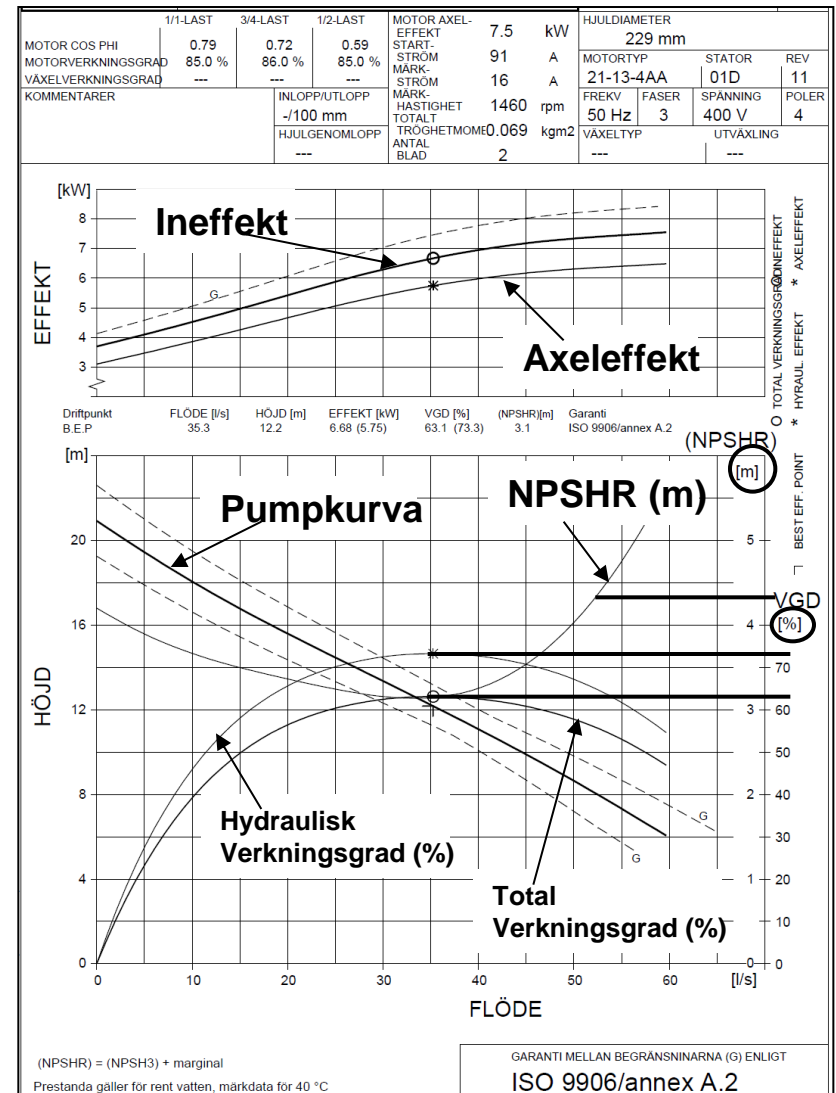
Pumphjul – Verkningsgrad



PUMP- & SYSTEMKURVOR

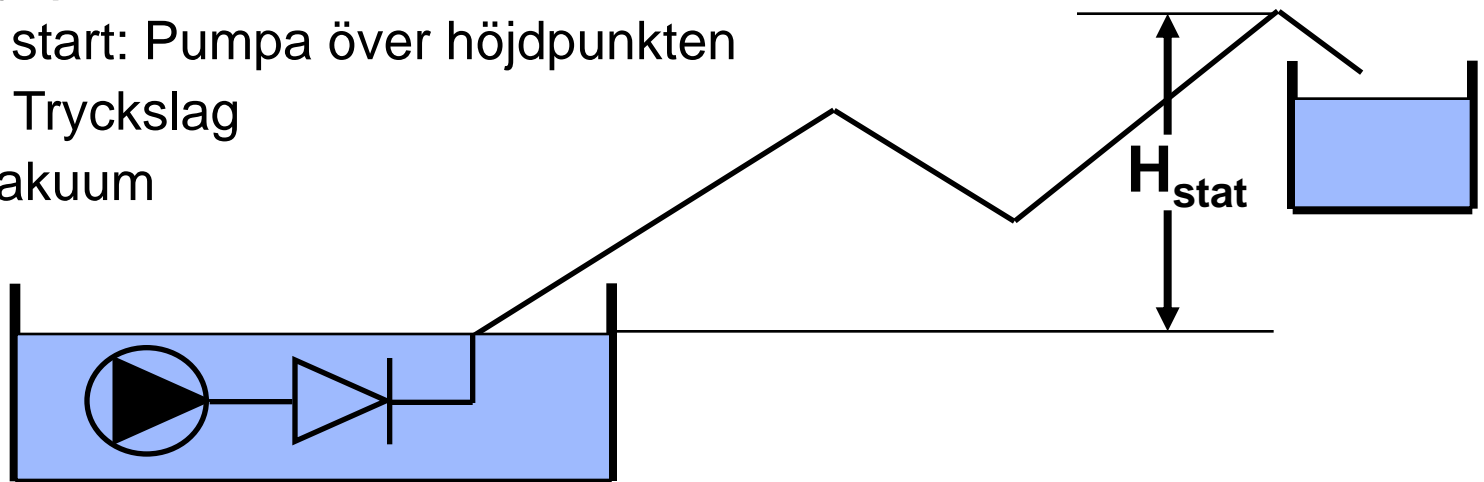
Prestandakurva för en pump

- Flöde
- Tryck
- Toleranser
- Axeleffekt
- Motoreffekt
- Hydraulisk verkningsgrad (Pumpverkningsgrad)
- Total verkningsgrad
- NPSHre
- Arbetsområde



Rörsystem – Statiskt tryck

- Statisk tryck: $H_{\text{stat}} = Z_{\text{utlopp}} - Z_{\text{sump}}$
- Statiska trycket "oberoende" av ledningsprofilen
- Helt fyllda ledningar, annars ingen hävertverkan
- $H_{\text{stat}} < 0$
 - Hävert tömmer sumpen
 - Tryckslag
 - Litet flöde: Sedimentation i ledningen
 - Igensättning av pumphjul
- Stora höjdpunkter
 - Första start: Pumpa över höjdpunkten
 - Stopp: Tryckslag
 - Vila: Vakuum



Rörsystem – Dymaniskt tryck

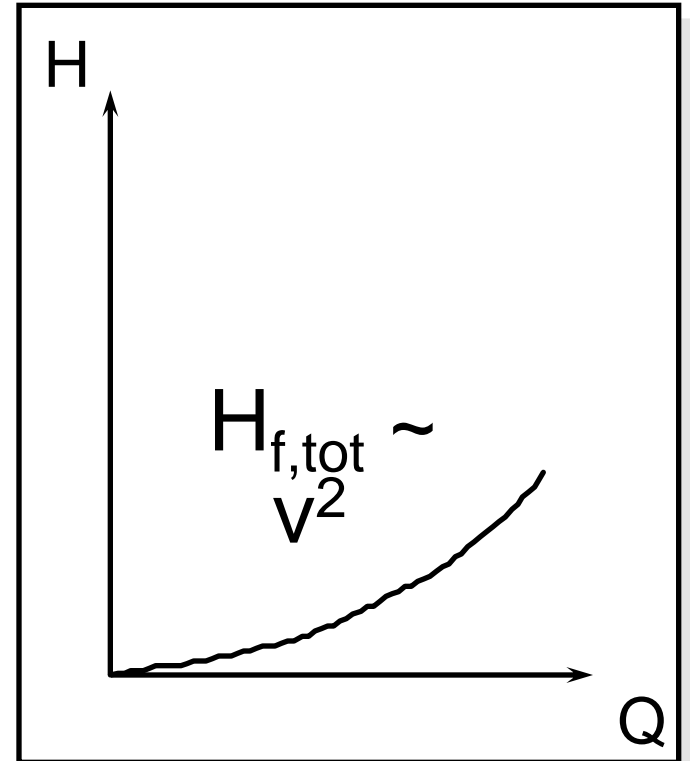
Mottryck för pumpen idrift

$$H_{\text{tot}} = H_{\text{stat}} + H_{f,\text{tot}}$$

där $H_{f,\text{tot}}$ består av:

- Punktförluster $H_{f,\text{punkt-tot}}$
- Strömningsförluster $H_{f,\text{str-tot}}$

$$H_{f,\text{tot}} = v^2/2g$$



Pump- & Systemkurva

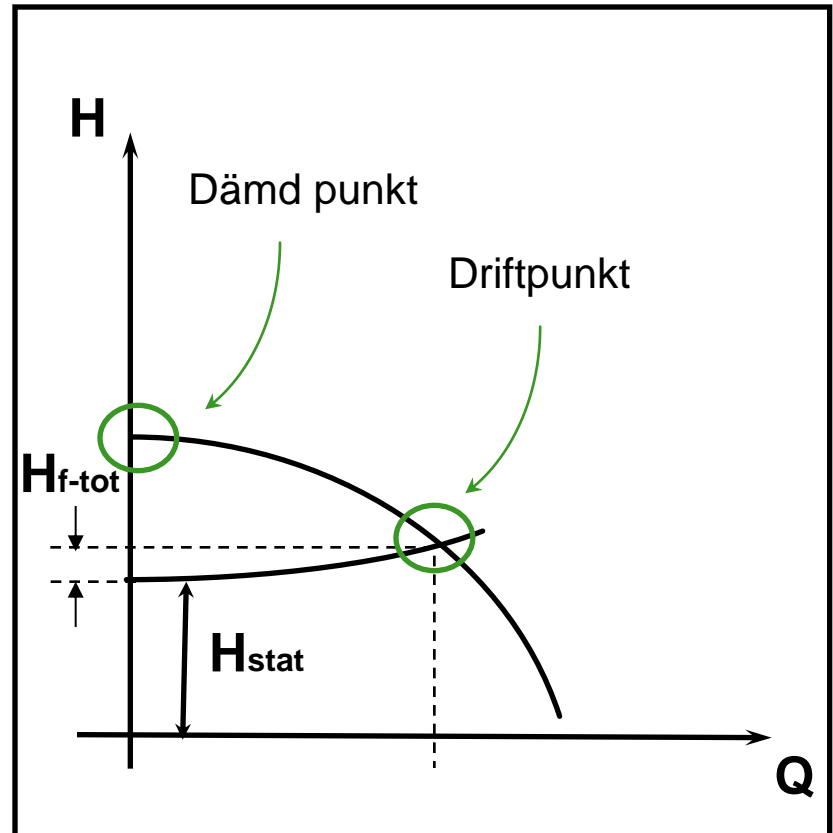
Totaltryck:

$$H_{\text{tot}} = H_{\text{stat}} + H_{\text{f,tot}}$$

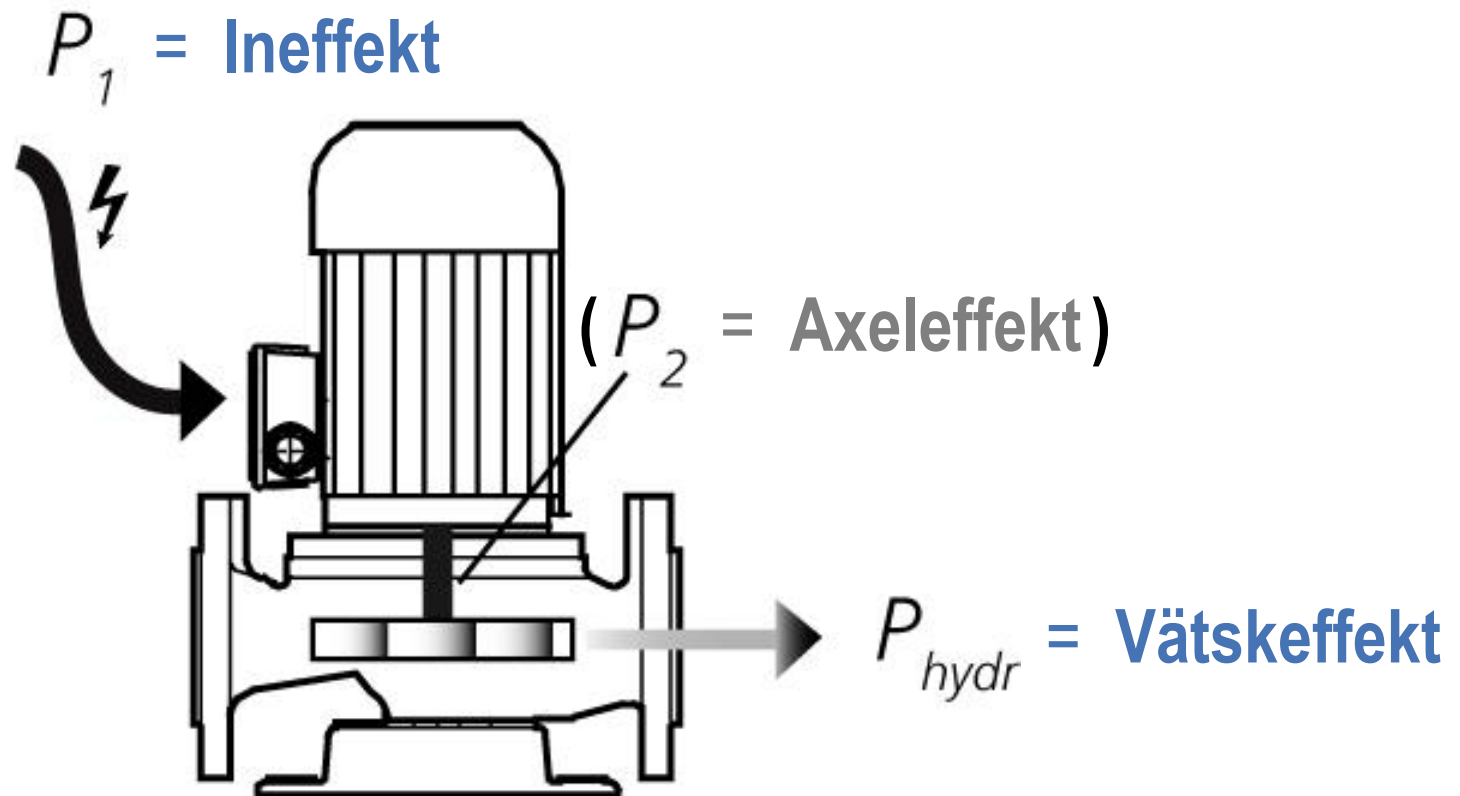
$$H_{\text{f,tot}} = H_{\text{f,punkt}} + H_{\text{f,dyn}}$$

- Friktionsförluster rör
- Punktförluster

$$H_{\text{f,tot}} \sim v^2$$



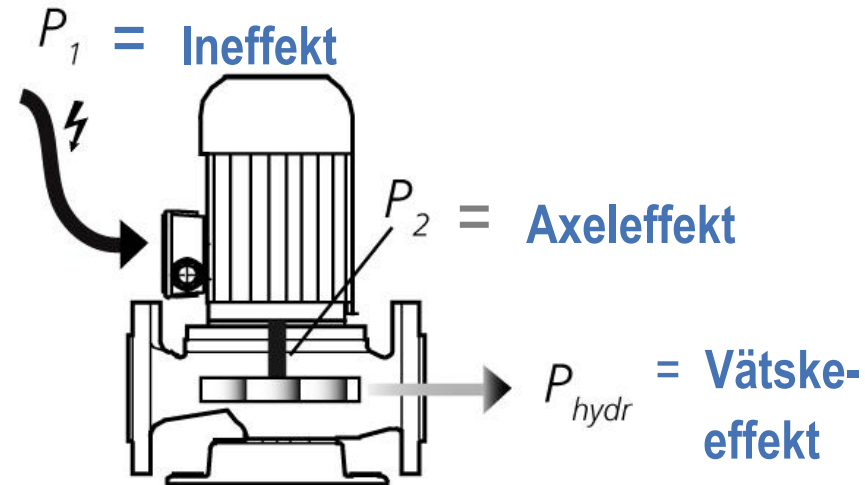
Olika Effekter



Olika Verkningsgrader

- Elmotorns verkningsgrad (η_{motor})

$$\eta_{\text{hydr}} = \frac{P_{\text{axel}}}{P_{1,\text{in}}}$$



- Hydraulisk verkningsgrad (η_{hydr})

$$\eta_{\text{hydr}} = \frac{P_{\text{hydr}}}{P_{2,\text{axel}}}$$

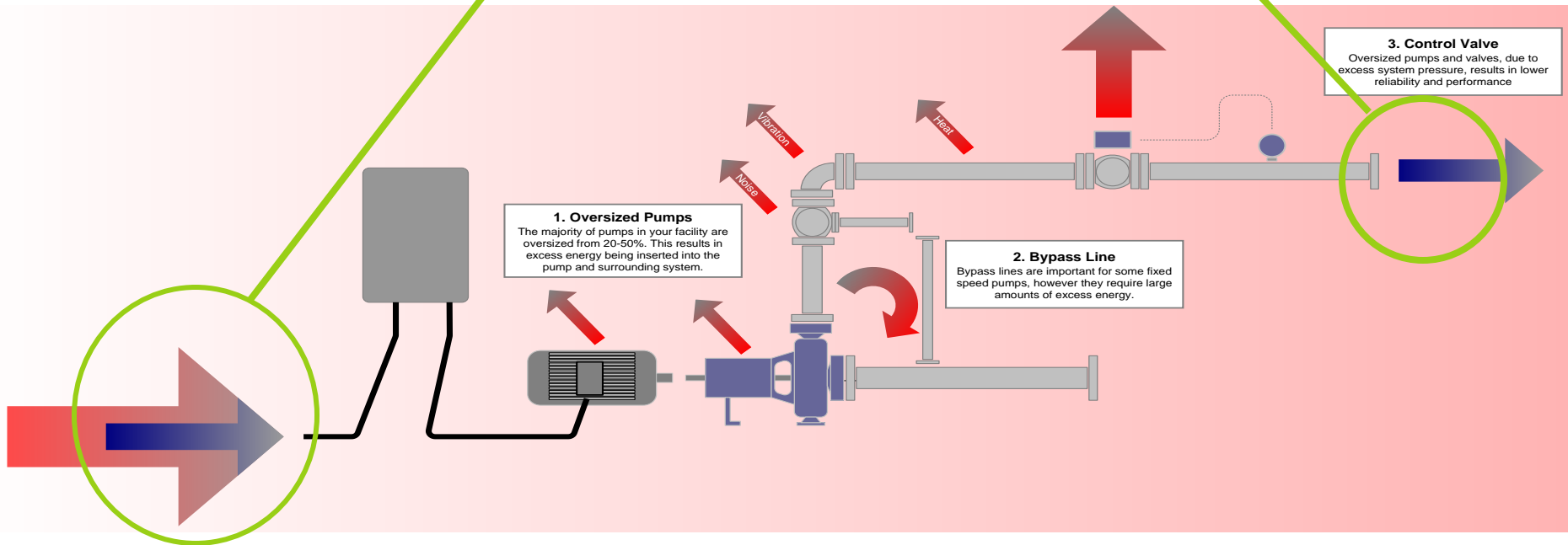
- Total verkningsgrad (η_{tot})

$$\eta_{\text{tot}} = \frac{P_{\text{hydr}}}{P_{1,\text{in}}}$$

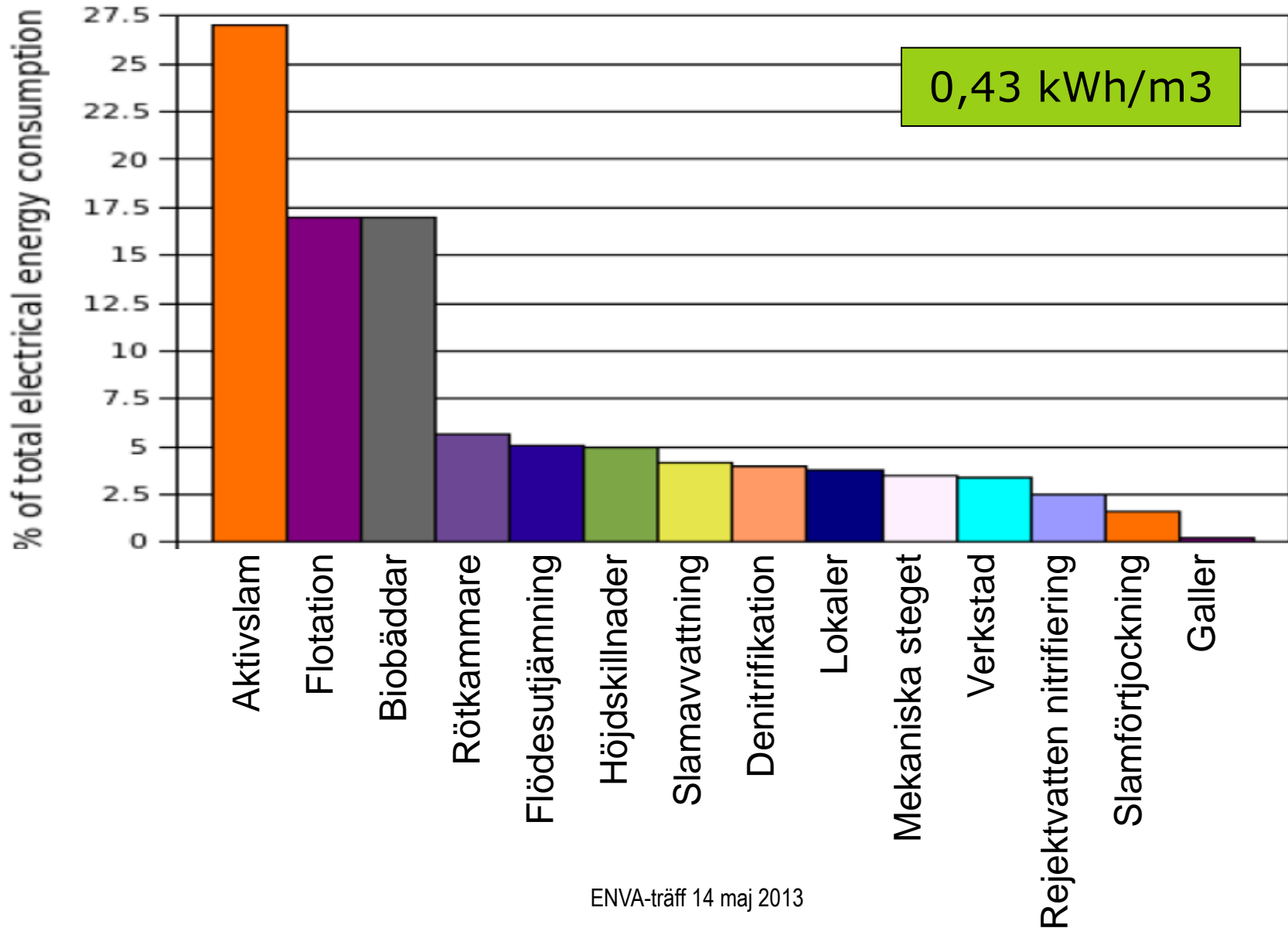
Notera att → $\eta_{\text{tot}} = \eta_{\text{hydr}} \times \eta_{\text{motor}} \times \eta_{\text{FRO}} !!!$

Energikrav - Nyckeltal

$$\text{Specifik energi} = \frac{\text{Inmatad effekt (kW)}}{\text{Pumpad volym (m}^3\text{/h)}}$$



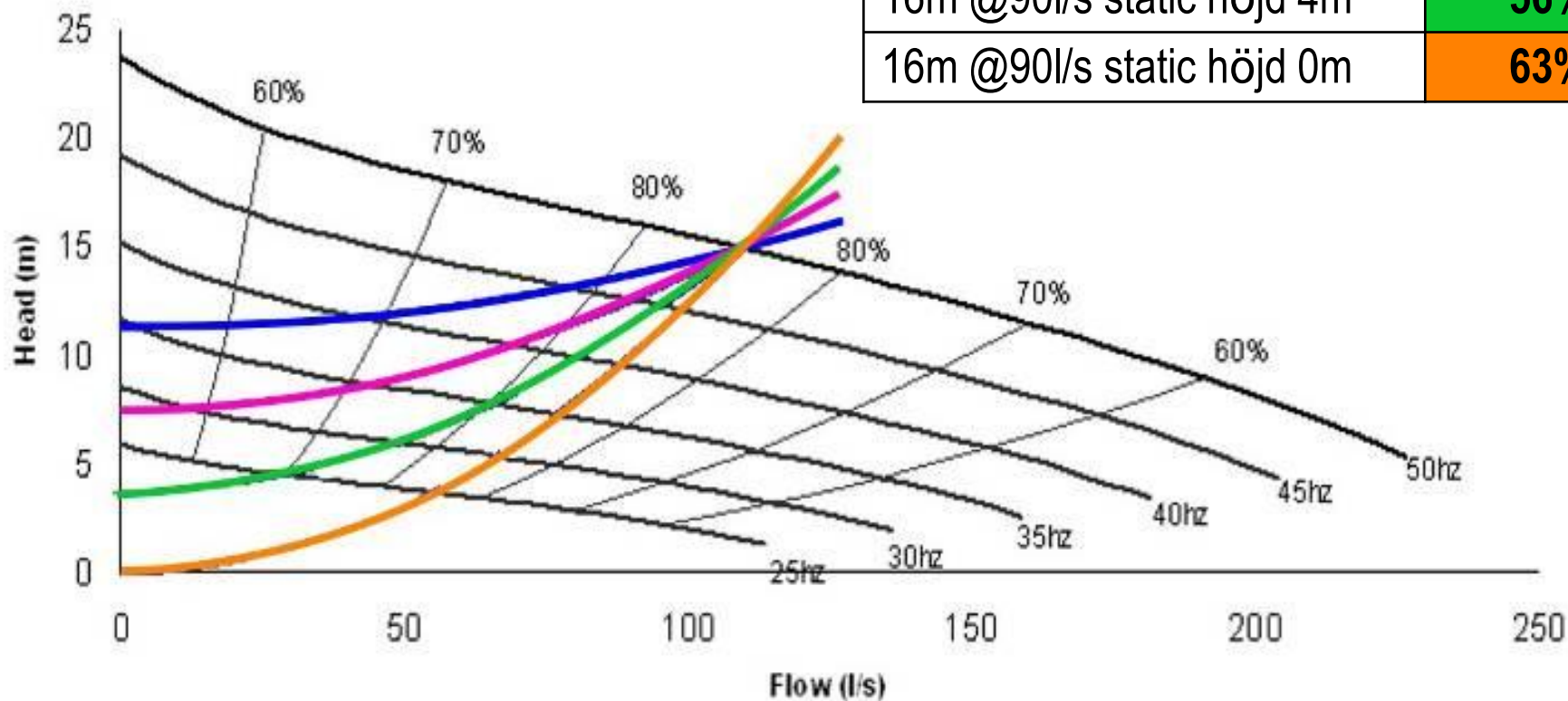
Energiförbrukning på Sjölunda ARV



Energikrav

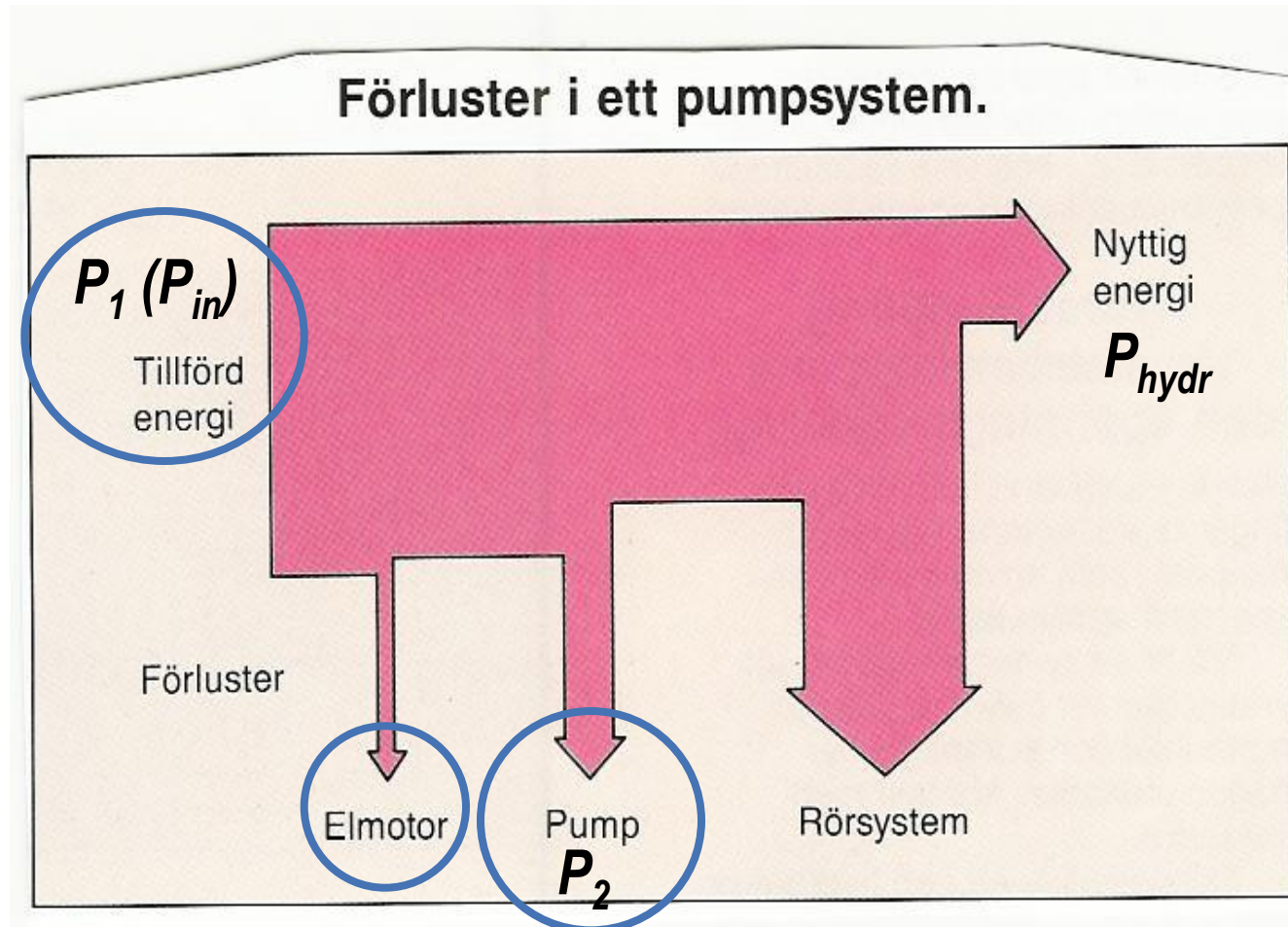
VFD-reglering för olika systemkurvor

Systemkurva	Besparing
16m @90l/s statisk höjd 12m	11%
16m @90l/s statisk höjd 8m	30%
16m @90l/s static höjd 4m	56%
16m @90l/s static höjd 0m	63%



Energibesparing Bef. anläggning

Produkt och/eller system?



AGENDA

1. Återkoppling från 1:a veckan

Pumptyper/-hjul, Pump-/systemkurvor, Effekter och verkningsgrader, Nyckeltal (Specifik energi, processkrav, drifttid)

2. Energibesparing i ny anläggning

Utvärdering av olika lösningar

3. Underlag för rättvis dimensionering

Rätt indata (flöde/tryck), Fallgropar

4. LCC – Livscykelkostnad

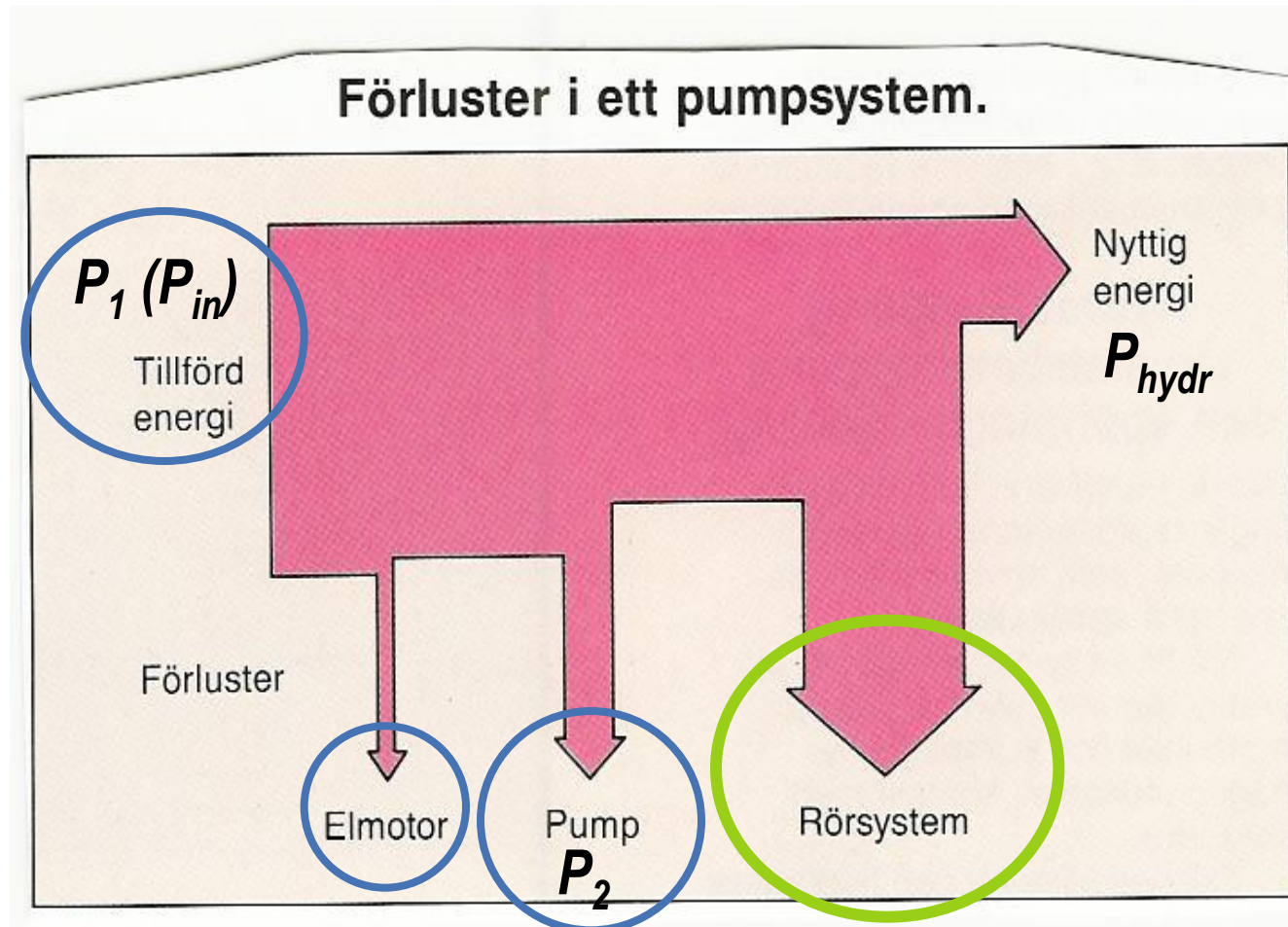
System & inte produkt, Räkneexempel

5. Utformning av förfrågningsunderlag

Lägsta totalkostnad, Får vad man betalar för

Energibesparing ny anläggning

Produkt och/eller system?



Räkneexempel: Ny anläggning

Dimensionering av avloppspumpstation inkl tryckledning:

- $Q = 100\text{m}^3/\text{tim}$
- $H_{\text{stat}} = 7,3\text{m}$
- Rörgalleri: $L=5\text{m}$, RF DN150, k-fot, T-rör, 90gradskrök, avst- & backventil
- Tryckledning: $L=3026\text{m}$, PE PN6 DN180



Räkneexempel: Ny anläggning

Dimensionering av avloppspumpstation inkl tryckledning

Förutsättningar: $Q=100\text{m}^3/\text{tim}$; $H_{\text{stat}}=7,5\text{m}$; Rörgalleri RF DN150

Rördim, PE PN6	DN 180	DN 200	DN 225	DN 250
V-hastighet (m/s)	1,6	1,3	1,0	0,75
Q (m ³ /tim)	100,3	99,0	98,0	102,6
Ineffekt (kW)	53,9	20,4	11,4	8,5

Räkneexempel: Ny anläggning

Dimensionering av avloppspumpstation inkl tryckledning

Förutsättningar: $Q=100\text{m}^3/\text{tim}$; $H_{\text{stat}}=7,5\text{m}$; Rörgalleri RF DN150

Rördim, PE PN6	DN 180	DN 200	DN 225	DN 250
V-hastighet (m/s)	1,6	1,3	1,0	0,75
Q (m ³ /tim)	100,3	99,0	98,0	102,6
Ineffekt (kW)	53,9	20,4	11,4	8,5
Specifik Energi (kWh/m ³)	0,5374	0,2061	0,1163	0,0828

Räkneexempel: Ny anläggning

Dimensionering av avloppspumpstation inkl tryckledning				
Förutsättningar: Q=100m ³ /tim; Hstat=7,5m; Rörgalleri RF DN150				
Rördim, PE PN6	DN 180	DN 200	DN 225	DN 250
V-hastighet (m/s)	1,6	1,3	1,0	0,75
Q (m ³ /tim)	100,3	99,0	98,0	102,6
Ineffekt (kW)	53,9	20,4	11,4	8,5
Specifik Energi (kWh/m ³)	0,5374	0,2061	0,1163	0,0828
Investering (SEK)	206 500,00	95 550,00	63 200,00	63 200,00

Räkneexempel: Ny anläggning

Dimensionering av avloppspumpstation inkl tryckledning				
Förutsättningar: Q=100m ³ /tim; Hstat=7,5m; Rörgalleri RF DN150				
Rördim, PE PN6	DN 180	DN 200	DN 225	DN 250
V-hastighet (m/s)	1,6	1,3	1,0	0,75
Q (m ³ /tim)	100,3	99,0	98,0	102,6
Ineffekt (kW)	53,9	20,4	11,4	8,5
Specifik Energi (kWh/m ³)	0,5374	0,2061	0,1163	0,0828
Investering (SEK)	206 500,00	95 550,00	63 200,00	63 200,00
Installation (SEK)	521 700,00	643 400,00	806 100,00	1 014 400,00

AGENDA

1. Återkoppling från 1:a veckan

Pumptyper/-hjul, Pump-/systemkurvor, Effekter och verkningsgrader, Nyckeltal (Specifik energi, processkrav, drifttid)

2. Energibesparing i ny anläggning

Utvärdering av olika lösningar

3. Underlag för rättvis dimensionering

Rätt indata (flöde/tryck), Fallgropar

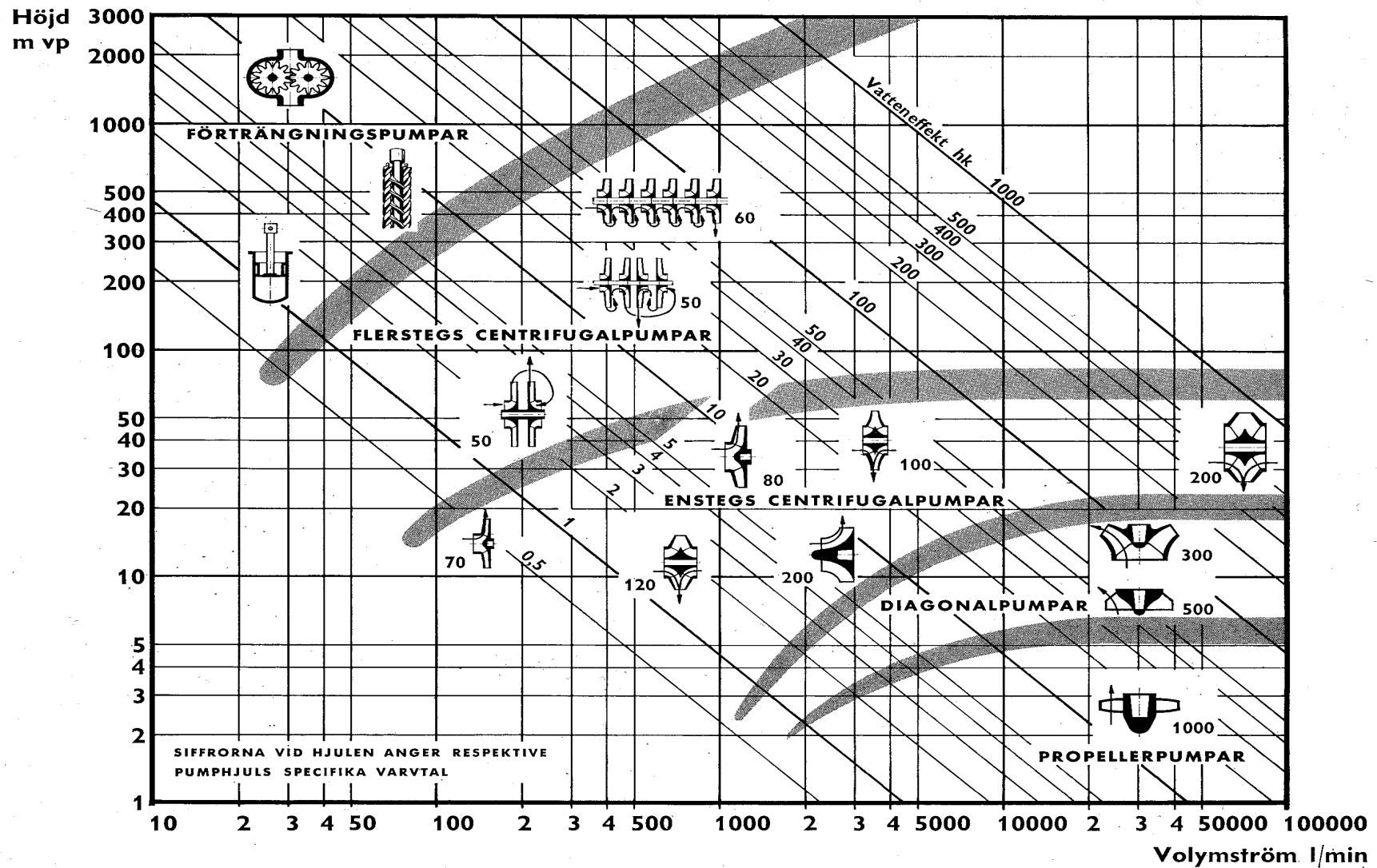
4. LCC – Livscykelkostnad

System & inte produkt, Räkneexempel

5. Utformning av förfrågningsunderlag

Lägsta totalkostnad, Får vad man betalar för

Dimensioneringskriterier



Dimensioneringskriterier

- **Exempel:**
 - Vattenhastighet ($>0,7\text{m/s}$ & $1,5\text{-}2,5\text{m/s}$ i PSTN)
 - Omsättningstid ($>2\text{gg/dygn}$)
 - Skälig investeringskostnad
 - Effektmarginal (viskositet)
 - Olika sumpnivåer
- **Lägsta kostnad vid normalt flöde**
 - Minimera förlusterna
 - Hög pumpverkningsgrad, låg specifik energi
- **Hantera toppflöden**
- **$\text{NPSH}_{\text{re}} \ll \text{NPSH}_{\text{av}}$**

Punktförluster $H_{f,punkt-tot}$

Punktförluster:

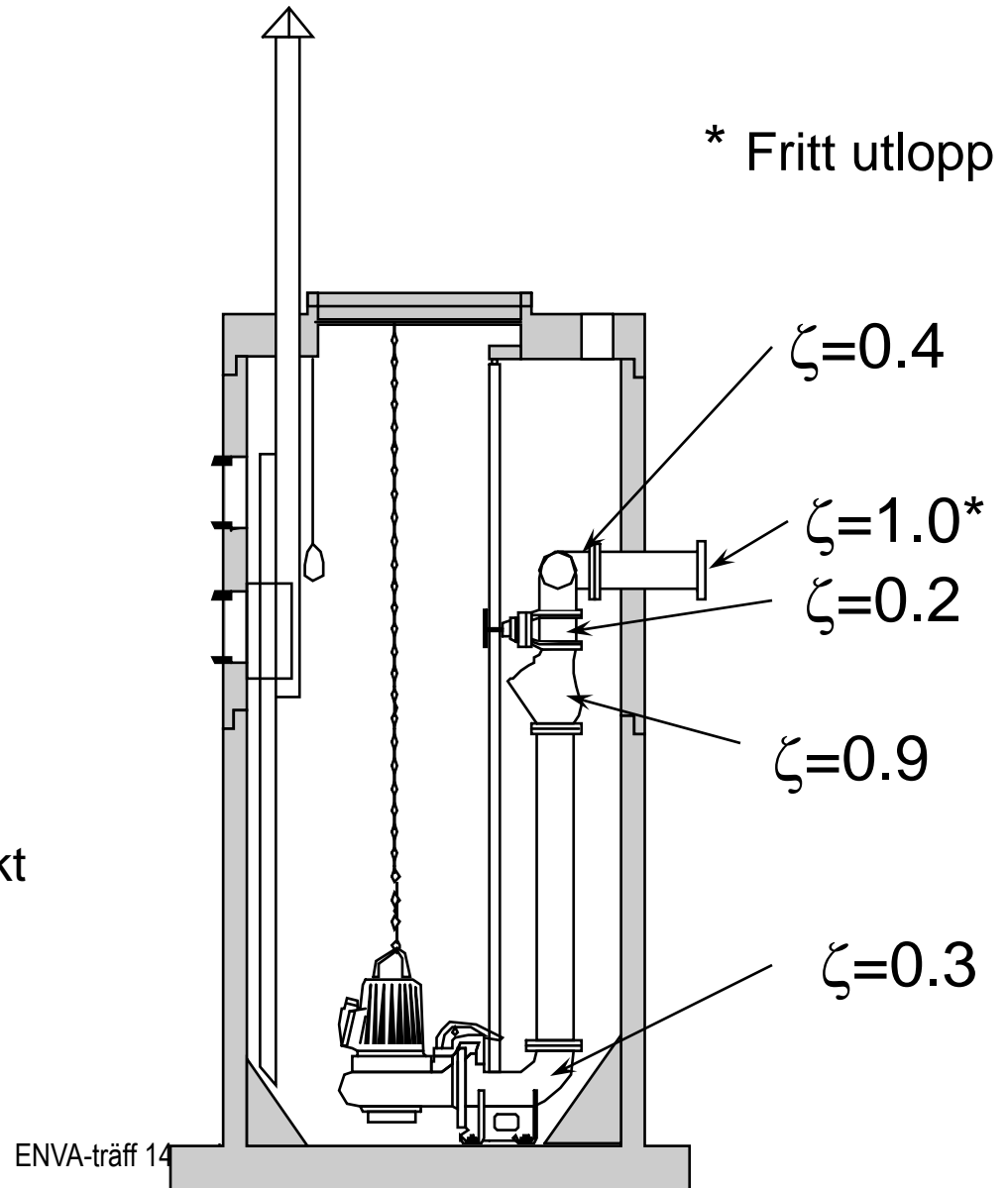
Typiska förlustkoefficienter

- Förlust:

$$H_{f,punkt} = \zeta * v^2 / 2g$$

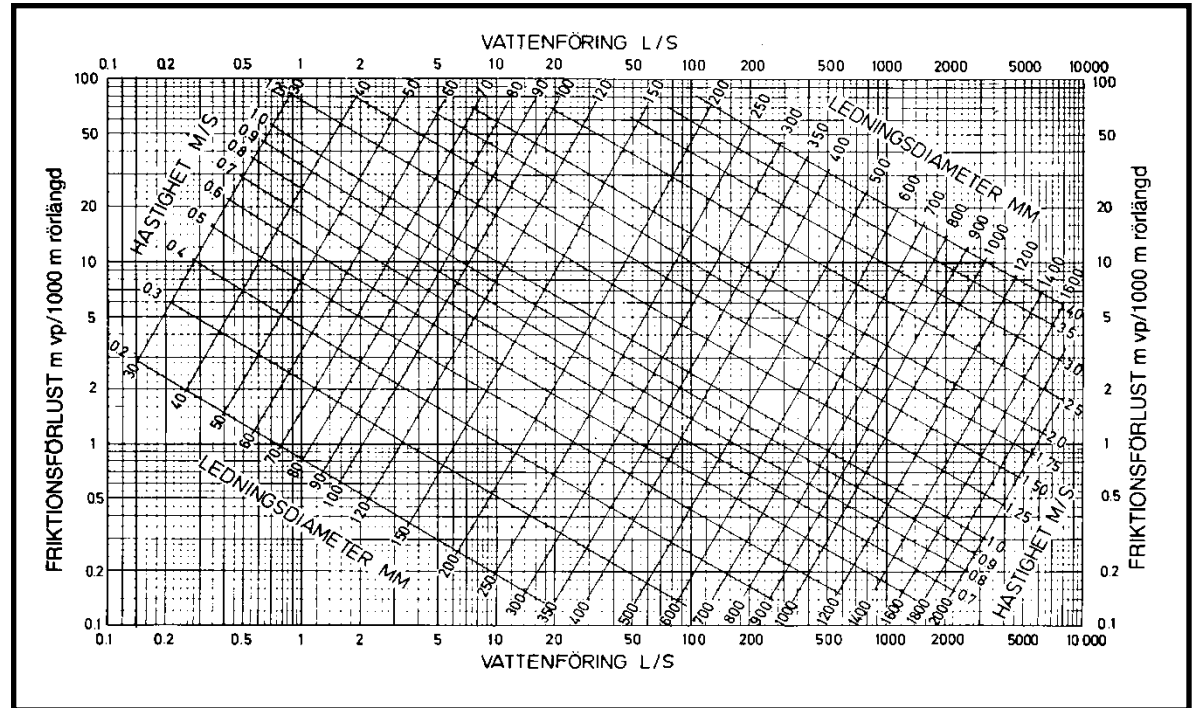
Totala punktförlusten:

$$H_{f,punkt-tot} = \sum H_{f,punkt}$$



Strömningsförluster $H_{f, \text{str-tot}}$

- Colebrook-White för turbulent flöde
- I praktiken: Nomogram
- Olika K-faktorer för olika:
 - Material
 - Ålder
 - Teoretiskt
 $0.01 < K < 1.0$
 - I praktiken $K > 0.1$



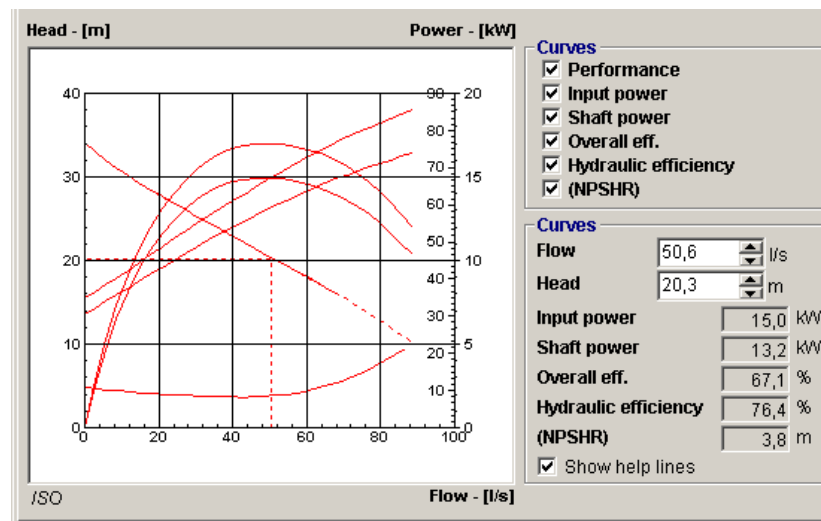
Detaljstyrning

Två olika pumpar samma driftpunkter:

1) 50,6 l/s & 20,3 m

- $\eta_{\text{tot}} = 67,1\%$
- $\eta_{\text{hydraulic}} = 76,4\%$
- $\eta_{\text{motor}} = 88\%$
- $E_s = 0,082$

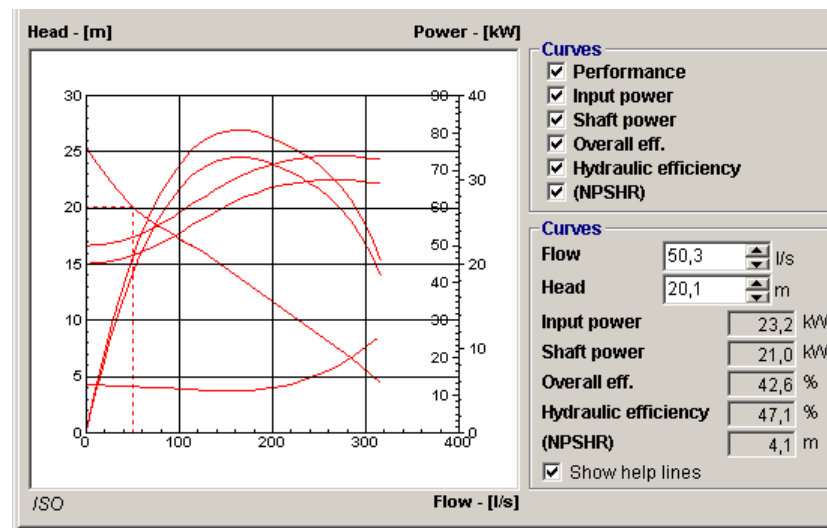
Pump A 15kW



2) 50,3 l/s & 20,1 m

- $\eta_{\text{tot}} = 42,6\%$
- $\eta_{\text{hydraulic}} = 47,1\%$
- $\eta_{\text{motor}} = 90,5\%$
- $E_s = 0,128$

Pump B 45kW



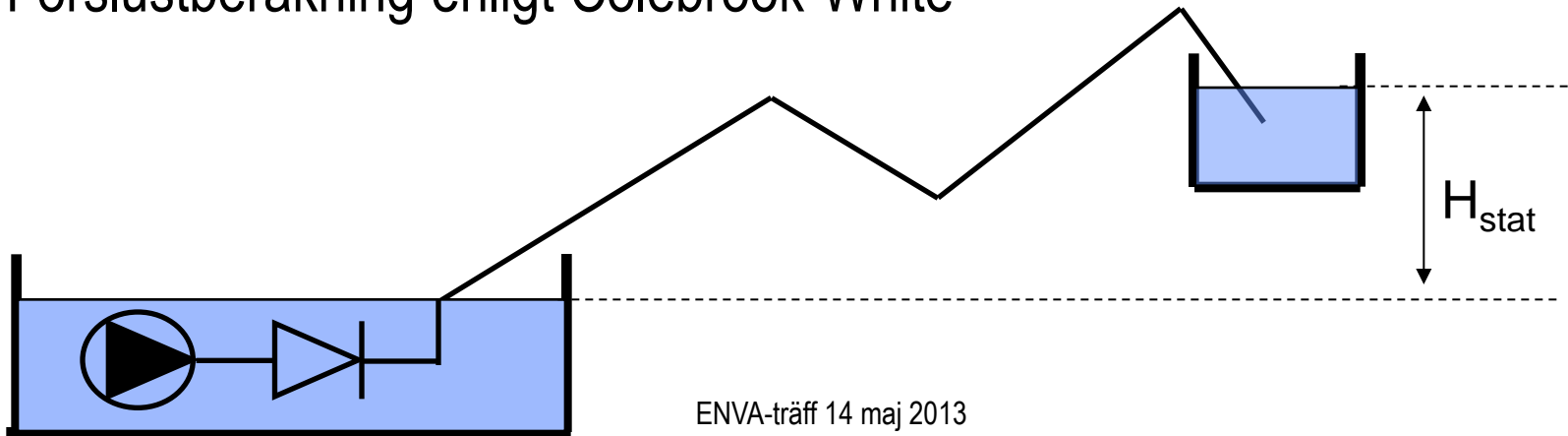
Specifik energi påverkas kraftigt av totalverkningsgraden.

→ Motorverkningsgraden en relativt liten inverkan.

Räkneexempel: Ny anläggning

Dimensionering av avloppspumpstation inkl tryckledning:

- $Q = 100\text{m}^3/\text{tim}$
- $H_{\text{stat}} = 7,3\text{m}$
- Rörgalleri: $L=5\text{m}$, RF DN150, k-fot, T-rör, 90gradskrök, avst- & backventil
- Tryckledning: $L=3026\text{m}$, PE PN6 DN180
- Ytråhet = $0,2\text{mm}$ (nytt) $0,5\text{mm}$ (gammalt)
- Förslustberäkning enligt Colebrook-White



Sammanfattning

- Välj inte teknisk lösning
 - Pumpen skall vara av centrifugaltyp (förträngningstyp)
- Ange alltid minst
 - Flöde, Q
 - Statiskt tryck, H_{stat}
 - Totaltryck, H_{tot}
- Begränsa inte anbudet
 - Motorn skall uppfylla IE3-klassning

AGENDA

1. Återkoppling från 1:a veckan

Pumptyper/-hjul, Pump-/systemkurvor, Effekter och verkningsgrader, Nyckeltal (Specifik energi, processkrav, drifttid)

2. Energibesparing i ny anläggning

Utvärdering av olika lösningar

3. Underlag för rättvis dimensionering

Rätt indata (flöde/tryck), Fallgropar

4. LCC – Livscykelkostnad

System & inte produkt, Räkneexempel

5. Utformning av förfrågningsunderlag

Lägsta totalkostnad, Får vad man betalar för

Elpriser

Energi

Certifikat

Utsläppsvillkor

Miljö och
hållbar utveckling

Investeringsmetoder

- Pay-backmetoden (Pay-off)
- Kapitalvärdesmetoden = Nuvärdesmetoden
- Kapitalvärdekvot
- Annuitetsmetoden
- Internräntemetoden

Definition av **LCC**-begrepp

- Snabbt & enkelt:
 - Pay-off time (Återbetalningstid)
- Omfattande & detaljerat:
 - $LCC = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_s + C_{st} + C_d$

Exempel 1: Pay-off tid

Sammanställ fakta

$$\text{Pay-off tid} = \text{Investering} / \text{Årlig besparing}$$

Investeringskostnad = 1000 000 kr

Driftnetto, årlig = 340 000 – 120 000 = 220 000 kr

Livslängd = 10 år

$$\text{Pay-backtid} = 1\,000\,000 / 220\,000 = 4,5 \text{ år}$$

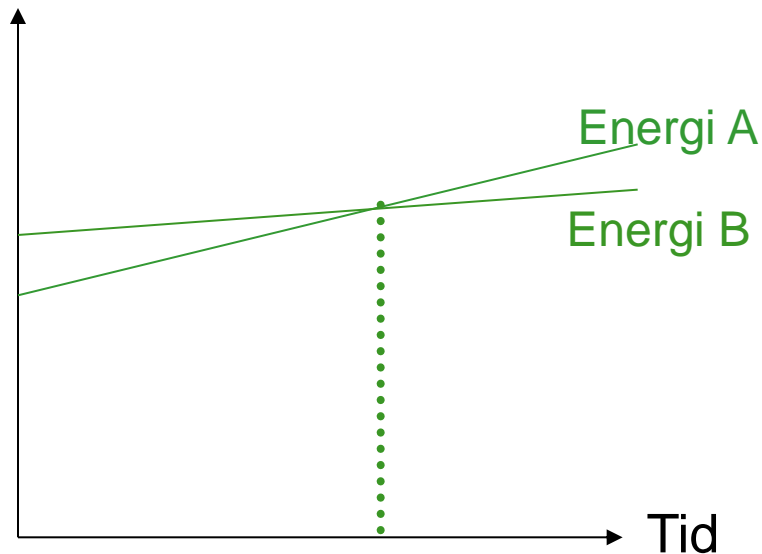
4,5 år < 10 år → lönsam!

Pay-off metoden

- Enkel och vanlig
- Betonar likviditeten
- Lämplig vid korta återbetalningstider 3-5 år
- Favoriserar investeringar med stora positiva betalningsströmmar i början av ek livslängd
- Ej lämplig vid långsiktiga investeringar med stora framtida betalningsströmmar
- Ej hänsyn att belopp är olika värt vid olika tidpunkter
- Snabbast återbetalning är bästa alternativ!

LCC-kalkyl

Akkumulerad kostnad



Är den utrustning bäst som är billigast och uppfyller de krav som ställts?

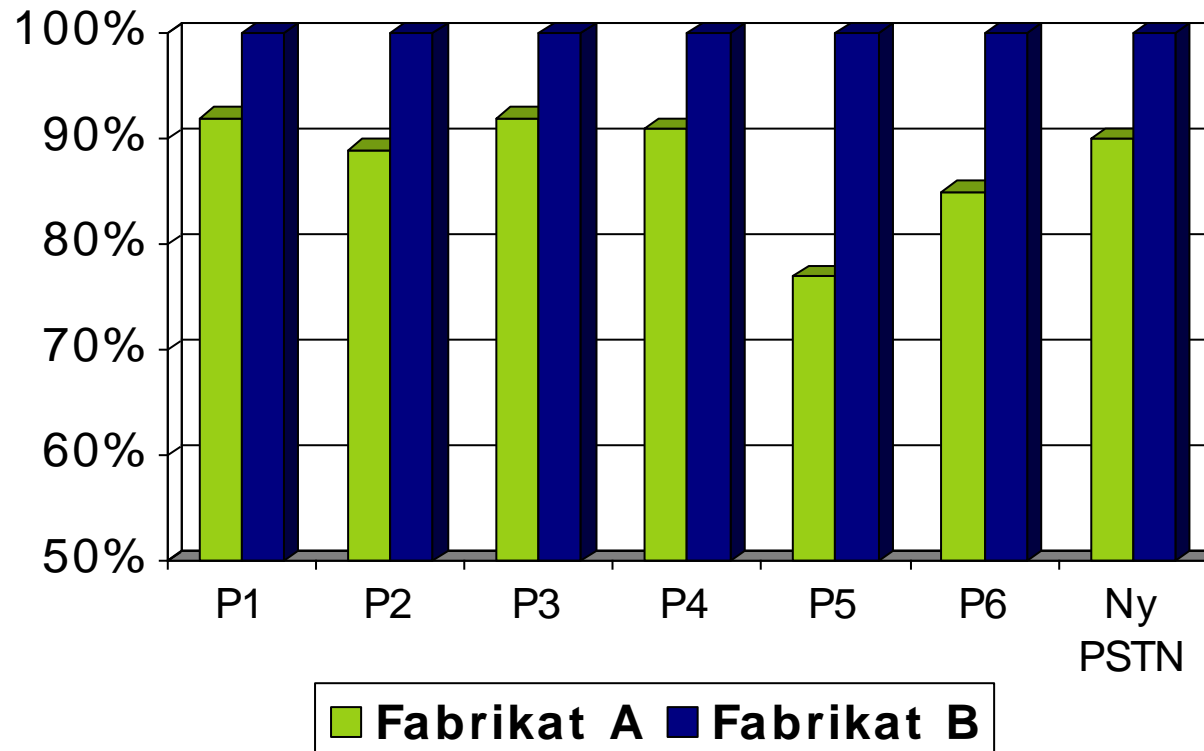
Måste undersöka total kostnad under investeringens hela livslängd!

Life Cycle Cost

Pay-off time, exempel

Resultat (sammanställt av beställaren)

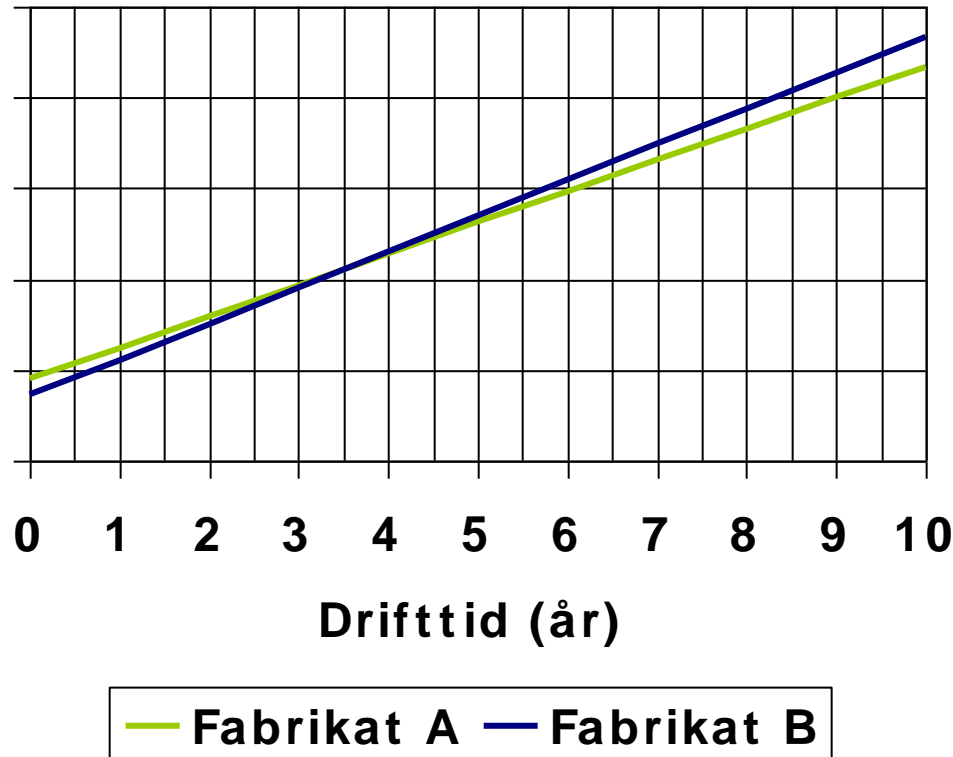
- Jämförelse av Årliga Energikostnader



Pay-off time, exempel

Resultat (sammanställt av beställaren)

- Totalkostnad (Inköpspris + Energikostnader)



Investeringsmetoder

- Pay-offmetoden (Återbetalning)
- Kapitalvärdesmetoden = Nuvärdesmetoden
- Kapitalvärdekvot
- Annuitetsmetoden
- Internräntemetoden

Kapitaliseringsteknik - Slutvärde

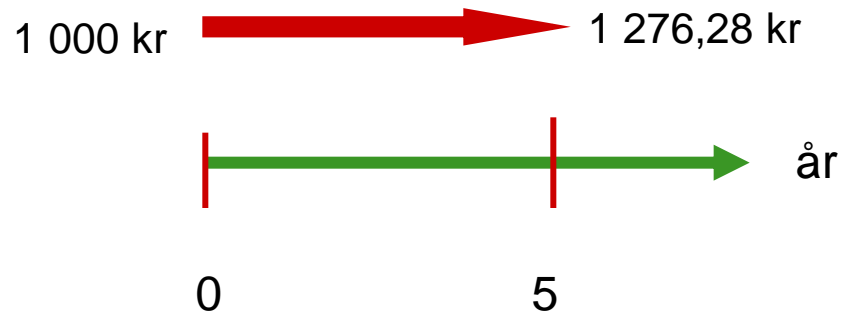
Vill du ha 1000 kr idag eller om 5 år och vilket belopp skulle du minst vilja erhålla för att acceptera betalningsvillkoret 5 år?

Alternativ bankplacering ger 5 % ränta.

Slutvärde

1 000 kr idag eller om 5 år?

$$\rightarrow 1\,000 * 1,05^5 \approx 1\,276,28 \text{ kr}$$

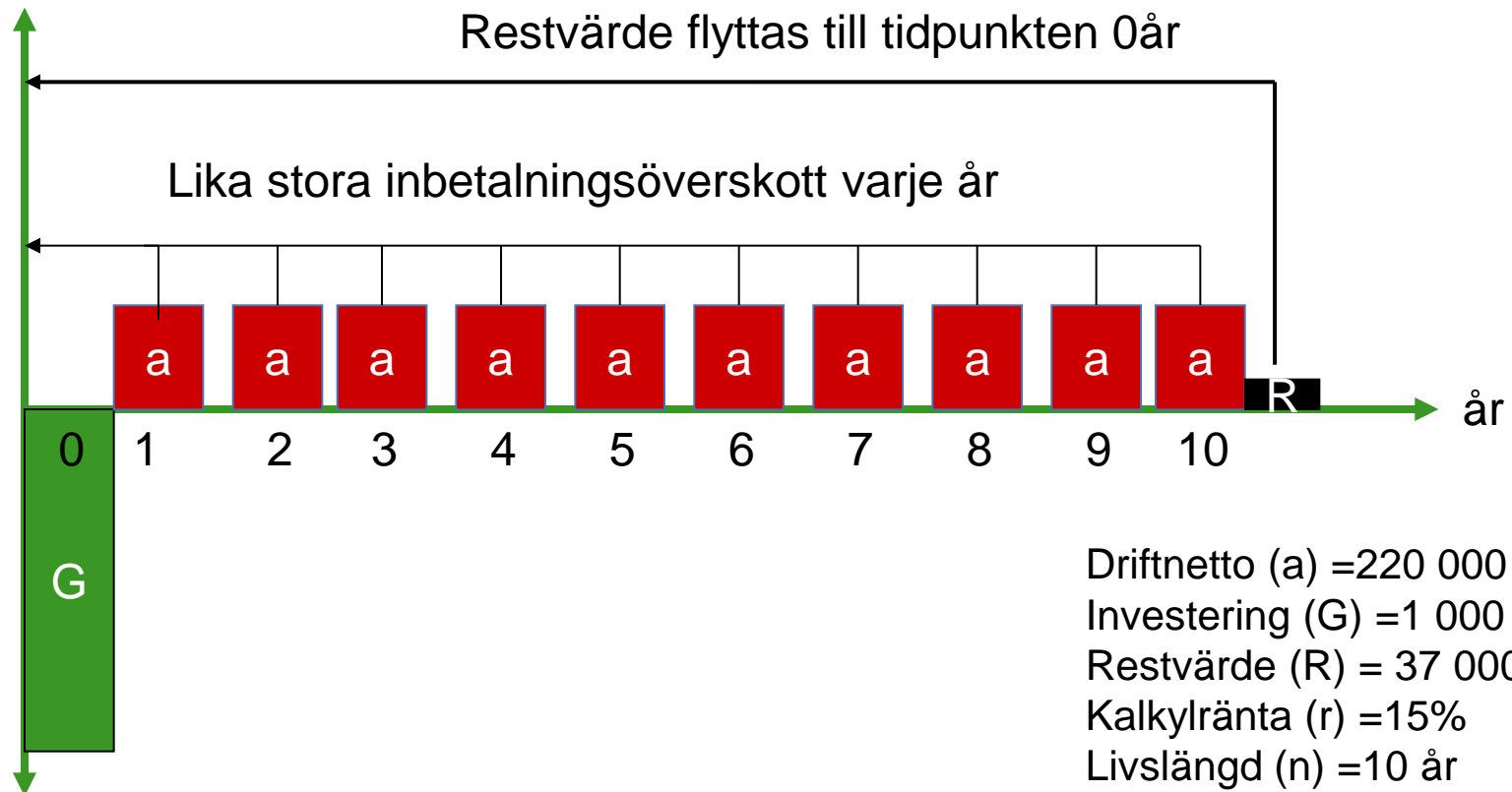


Nuvärdemetod

Förfarande där värdet på en fastighet bedöms med utgångspunkt från förväntade avkastningar vilka nuvärdeberäknas till värdetidspunkten.

Nuvärdesmetoden

Alla värden flyttas till tidpunkten 0år, dvs då grundinvesteringen sker!!



Nuvärdemetoden

- Alla betalningsströmmar görs om till samma tidpunkt – tidpunkten för grundinvesteringen
- Investering är lönsam om:
 - Kapitalvärdet är lika med eller större än 0!
 - Alternativ med högst kapitalvärde är fördelaktigast!
- När?
 - Investeringar av engångskaraktär
 - Teoretiskt tilltalande
 - Kan vara missvisande då projekt med små grundinvesteringar och små kapitalvärden missgynnas till förmån av investeringar med stora grundinvesteringar och kapitalvärden

LCC

Totalkostnaden för ägarskapet av ett system

LCC är verktyg att användas för att välja
den mest **optimala** lösningen för att
skapa **ekonomiska och miljömässiga** värden
under drifttiden av ett **system**

Vad ingår i **LCC** Ekvationen?

$$\mathbf{LCC = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_s + C_{env} + C_d}$$

LCC = livscykelkostnaden

C_{ic} = inköpspris (pump, ventiler, rör etc)

C_{in} = installations- och överlämningskostnader (inkl utbildning)

C_e = energikostnaden (förväntade driftkostnader för systemet)

C_o = operativa kostnader (arbetskostnad för normal övervakning)

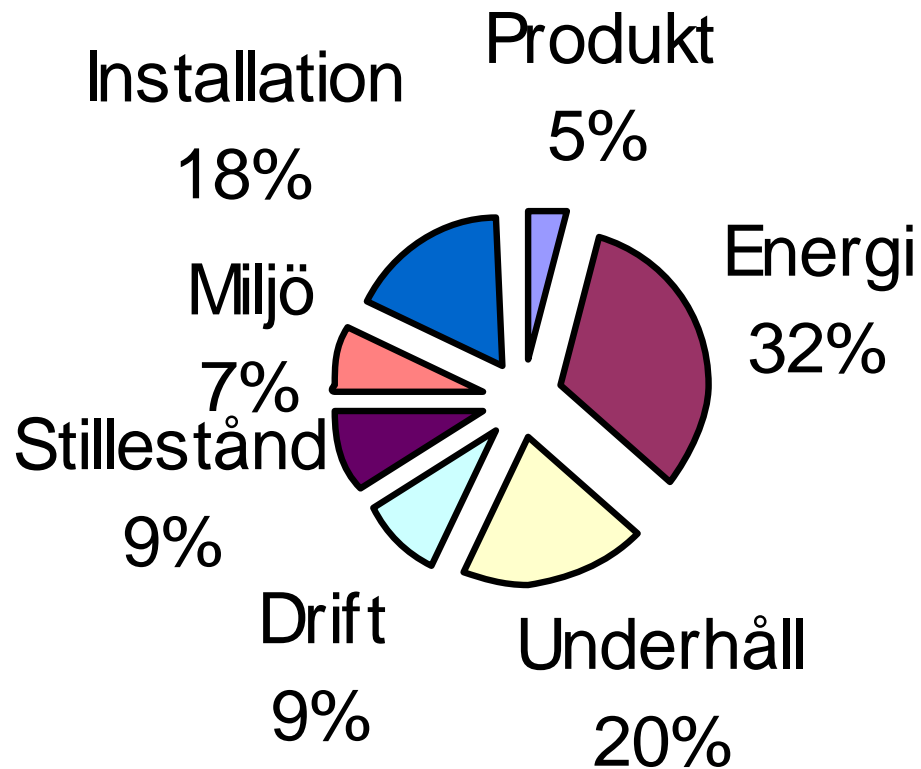
C_m = underhåll och reparationskostnader (förebyggande åtgärder)

C_s = stilleståndskostnader (industri, samt korrigerande åtgärder)

C_{env} = miljökostnader alt viteskostnader av villkor, etc.

C_d = avvecklings- och skrotningskostnader

Kostnadsfördelning inom LCC



Installation+Produkt+Energi ger 55% av LCC-värdet

VARIMS **LCC** modell version 1.0

Förenklad praktisk modell:

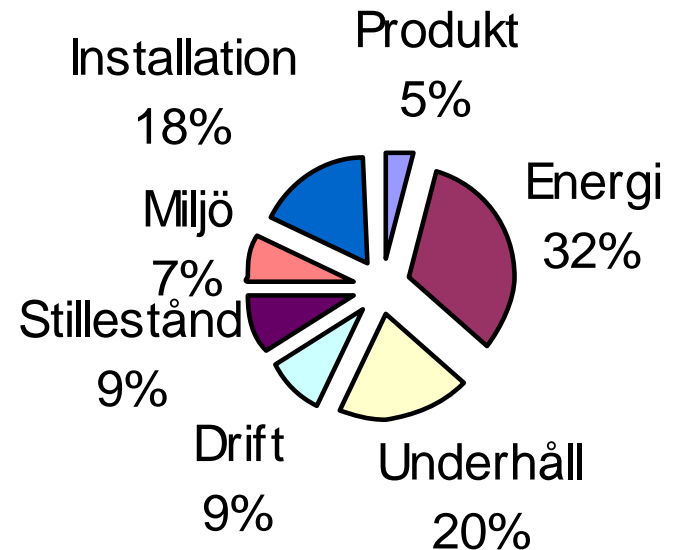
$$\mathbf{LCC = C_{ic} + C_{in} + C_e}$$

LCC = livscykelkostnaden

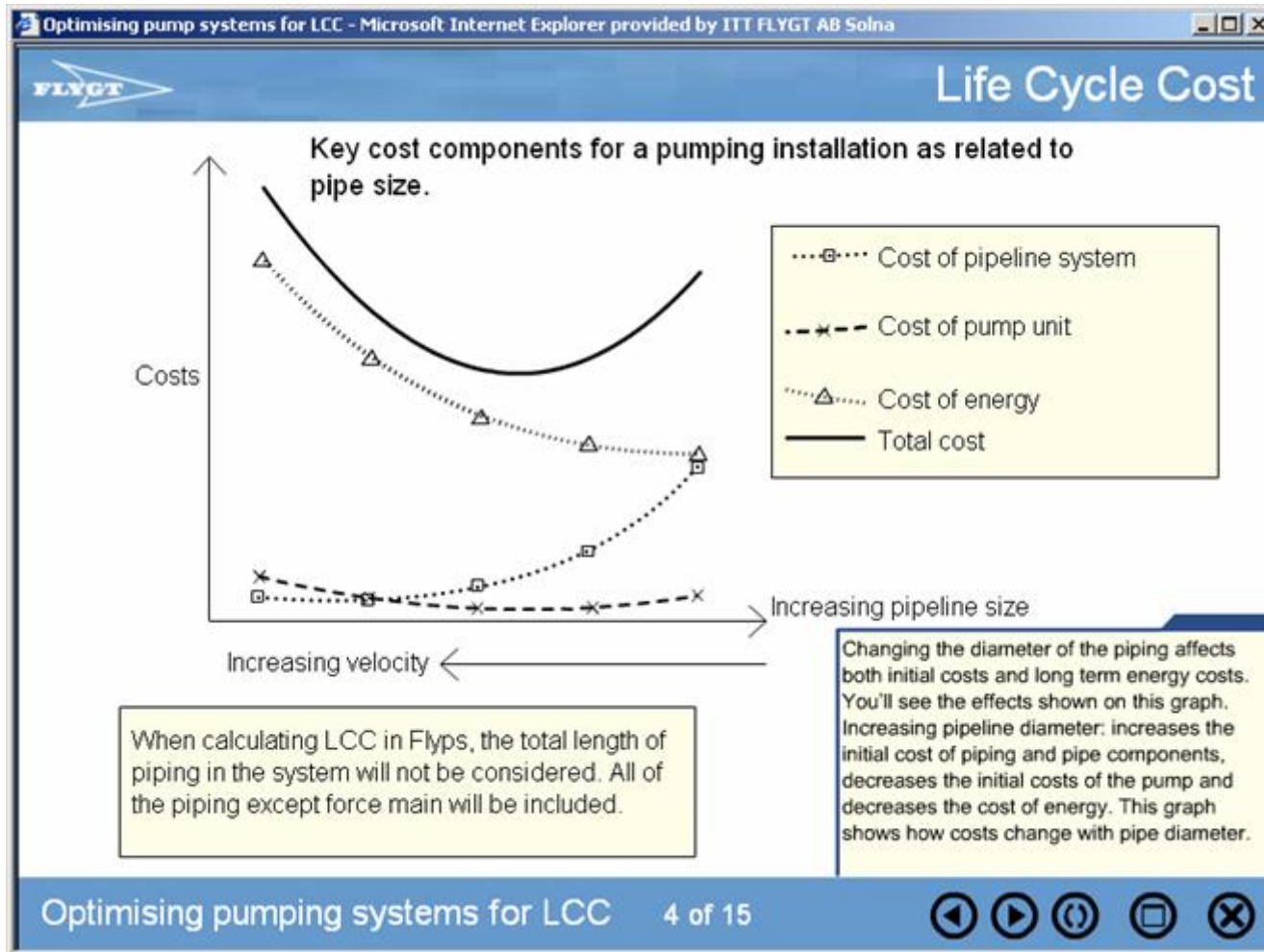
C_{in} = installation

C_{ic} = inköpspris (pump, ventiler, rör etc)

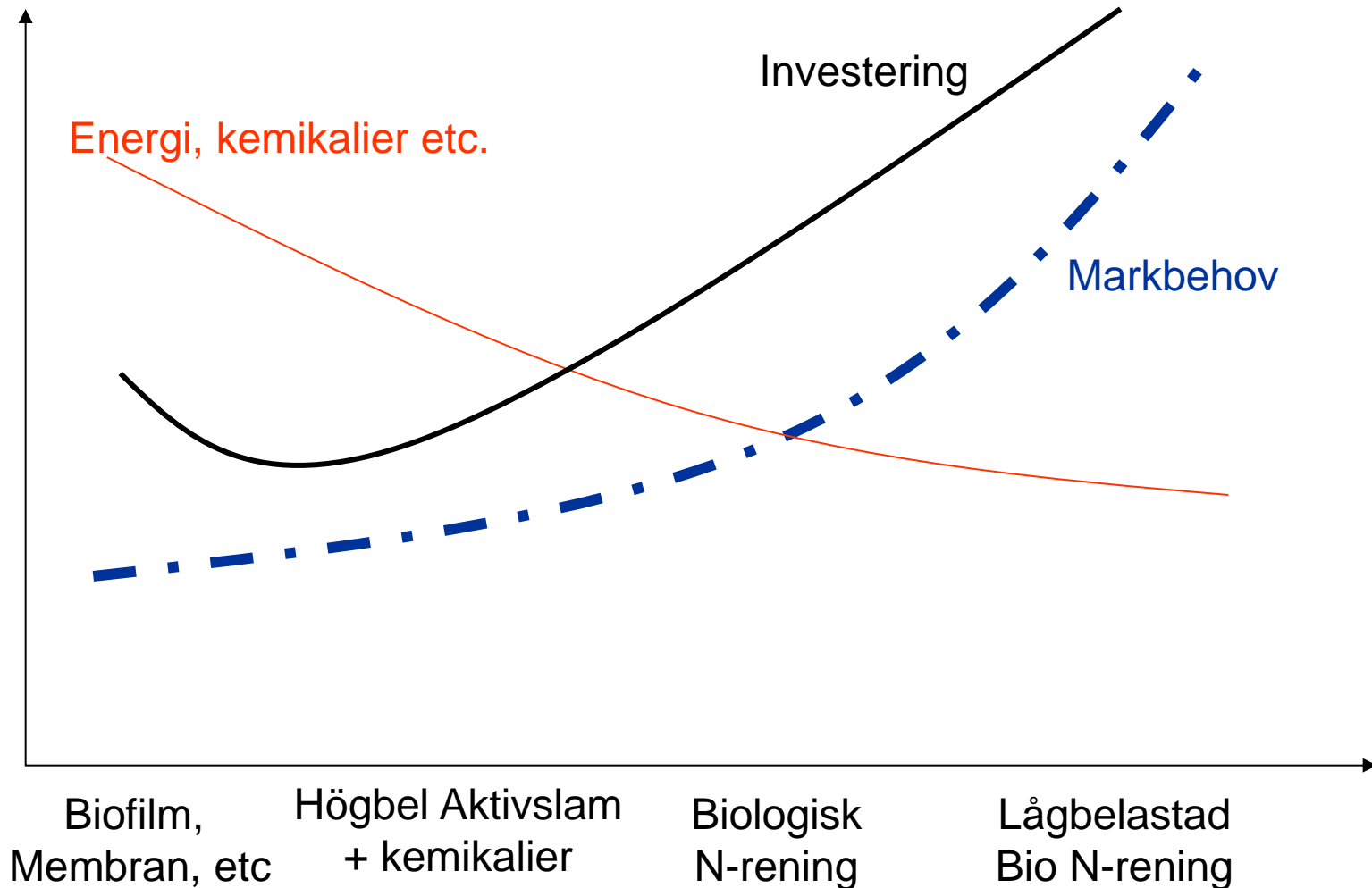
C_e = energikostnaden (förväntade driftkostnader för systemet)



System och inte Produkt



System och inte Produkt



Viktigt i samband med LCC

LCC är ett verktyg för att utvärdera två eller flera olika system vilket kräver:

- Alternativa tekniska lösningar
- Väldefinierade förutsättningar

Resultatet blir inte bättre än den ingångsdata som används

Väldefinierade förutsättningar

Fem parametrar för beställaren att ange:

- Drifttimmar
- Livslängd
- Energipris
- Räntesats
- Inflation

Väldefinierade förutsättningar

Exempel på livslängd för produkter i system:

Produktsystem, typ	Livslängd (år)	Drifttimmar/år (hr)
Avloppspump*	15	3650
Byggpump*	5	2200
Industripump*	10	8700
Omrörare*	10	8700
Renvattenpump	20	3650
Doseringspump	15	3650
Blåsmaskin	15	8700

*** Baserat på MVD's PSR (ProduktSpecifika Regler)**

Kalkylränta

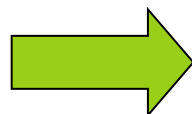
- Speglar värdet av ett belopp flyttat i tiden
- Gäller hela livslängden
- Kan utgöra
 - Låneränta på långfristigt kapital
 - Ränta företaget förlorar gm att använda sparade pengar
 - Avkastning andra investeringar i företaget förväntas ge
- Hög kalkylränta – högre krav på investeringens lönsamhet



Väldefinierade förutsättningar

Exempel på ingångsvärden:

- Räntesats = 6%



Kalkylränta = 4%

- Inflation = 2%

- Energipris = 1,19SEK/kWhr

(Medelvärde från Svenskt Vattens VASS-databas för år2011.

år2010 1,20; år2009 1,11; år2008 1,06; år2007 0,97; År2006 0,91; år2005 0,73)

Kalkylränta

Beräknas ofta genom genomsnittlig finansieringskostnad

Kan bestå av

- Låneränta på långfristigt kapital
- Ränta företaget förlorar gm att använda sparade pengar
- Avkastning andra investeringar i företaget förväntas ge
- Justeras med hänsyn till risk
 - Hög risk högre kalkylränta
 - Ränta EK högre för att ersätta risk
 - Riskkapital (EK) får del i vinsten sist efter alla intressenter
 - EK ska täcka förluster
- Inflation
 - Nominell ränta (innehåller inflation) – löpande penningvärde
 - Real ränta – fast penningvärde

Besök [http:// www.varim.se](http://www.varim.se)

LCC Summering

PUMP LIFE CYCLE COSTS: A GUIDE TO LCC ANALYSIS FOR PUMPING SYSTEMS EXECUTIVE SUMMARY



Office of Industrial Technologies
Energy Efficiency and Renewable Energy
U.S. Department of Energy

Hydraulic Institute
European Hydropump Association

VARIM's LCC modell

Inställningar

Valuta

SEK

Antal produkter

2

Avlopp

Pump

Valj

Val av produkttyper

Produkt 1

Centrifugal

Produkt 2


Centrifugal

Valj

LCC-jämförelse

LCC-parameter	Centrifugal	Centrifugal
Kapacitet enligt förfrågan (m3/h)	0,0 (m3/h)	0,0 (m3/h)
Kapacitet Garanterad (m3/h)	0,0 (m3/h)	0,0 (m3/h)
Effektförbrukning (inmatad effekt) (kW)	0,0 (kW)	0,0 (kW)
Investeringskostnad Initial (SEK)	0,0 (SEK)	0,0 (SEK)
Installationskostnad (SEK)	0,0 (SEK)	0,0 (SEK)
Antal drifttimmar Genomsnittligt (h/år)	3650,0 (h/år)	3650,0 (h/år)
Energikostnad Aktuell (SEK/kWh)	0,73 (SEK/kWh)	0,73 (SEK/kWh)
Livslängd (år)	15,0 (år)	15,0 (år)
Räntesats (%)	6,0 (%)	6,0 (%)
Inflation (%)	2,0 (%)	2,0 (%)
Verkligt antal drifttimmar (h/år)	0,0 (h/år)	0,0 (h/år)
Energikostnad Årlig (SEK/år)	0,0 (SEK/år)	0,0 (SEK/år)
LCC ()	0,0 ()	0,0 ()

Visa graf


varim
Branschorganisationen för
svensk vattenreningsindustri

Inforutan
Inforutan

Räkneexempel: Ny anläggning

Dimensionering av avloppspumpstation inkl tryckledning:

- $Q = 100\text{m}^3/\text{tim}$
- $H_{\text{stat}} = 7,3\text{m}$
- Rörgalleri: $L=5\text{m}$, RF DN150, k-fot, T-rör, 90gradskrök, avst- & backventil
- Tryckledning: $L=3026\text{m}$, PE PN6 DN180



Räkneexempel: Ny anläggning

Dimensionering av avloppspumpstation inkl tryckledning				
Förutsättningar: Q=100m ³ /tim; Hstat=7,5m; Rörgalleri RF DN150				
Rördim, PE PN6	DN 180	DN 200	DN 225	DN 250
V-hastighet (m/s)	1,6	1,3	1,0	0,75
Q (m ³ /tim)	100,3	99,0	98,0	102,6
Ineffekt (kW)	53,9	20,4	11,4	8,5
Specifik Energi (kWh/m ³)	0,5374	0,2061	0,1163	0,0828
Investering (SEK)	206 500,00	95 550,00	63 200,00	63 200,00
Installation (SEK)	521 700,00	643 400,00	806 100,00	1 014 400,00

Räkneexempel: Ny anläggning

Inställningar

Valuta: SEK
 Antal produkter: 4
 Avlopp
 Pump
 Välj

Val av produkttyper

Produkt 1: Centrifugal
 Produkt 2: Centrifugal
 Produkt 3: Centrifugal
 Produkt 4: Centrifugal
 Välj

LCC-jämförelse

LCC-parameter	PE180	PE200	PE225	PE250
Kapacitet enligt förfrågan (m ³ /h)	100,0 (m ³ /h)	100,0 (m ³ /h)	100,0 (m ³ /h)	100,0 (m ³ /h)
Kapacitet Garanterad (m ³ /h)	100,3 (m ³ /h)	99,0 (m ³ /h)	98,0 (m ³ /h)	102,6 (m ³ /h)
Effektförbrukning (inmatad effekt) (kW)	53,9 (kW)	20,4 (kW)	11,4 (kW)	8,5 (kW)
Investeringskostnad Inital (SEK)	206500,0 (S...	95550,0 (SEK)	63200,0 (SEK)	63200,0 (SEK)
Installationskostnad (SEK)	521700,0 (S...	843400,0 (S...	806100,0 (S...	1014400,0 (S...
Antal drifttimmar Genomsnittligt (h/år)	3650,0 (h/år)	3650,0 (h/år)	3650,0 (h/år)	3650,0 (h/år)
Energikostnad Aktuell (SEK/kWh)	0,55 (SEK/k...	0,55 (SEK/k...	0,55 (SEK/k...	0,55 (SEK/k...
Livslängd (år)	15,0 (år)	15,0 (år)	15,0 (år)	15,0 (år)
Räntesats (%)	6,0 (%)	6,0 (%)	6,0 (%)	6,0 (%)
Inflation (%)	2,0 (%)	2,0 (%)	2,0 (%)	2,0 (%)
Verkligt antal drifttimmar (h/år)	3639,08 (h/år)	3686,86 (h/år)	3724,48 (h/år)	3557,50 (h/år)
Energikostnad Årlig (SEK/år)	107880,60 (...)	41366,66 (S...	23352,55 (S...	16631,33 (S...
LCC (€)	1934263,0 (€)	1201413,0 (€)	1130372,0 (€)	1263531,0 (€)

Visa graf

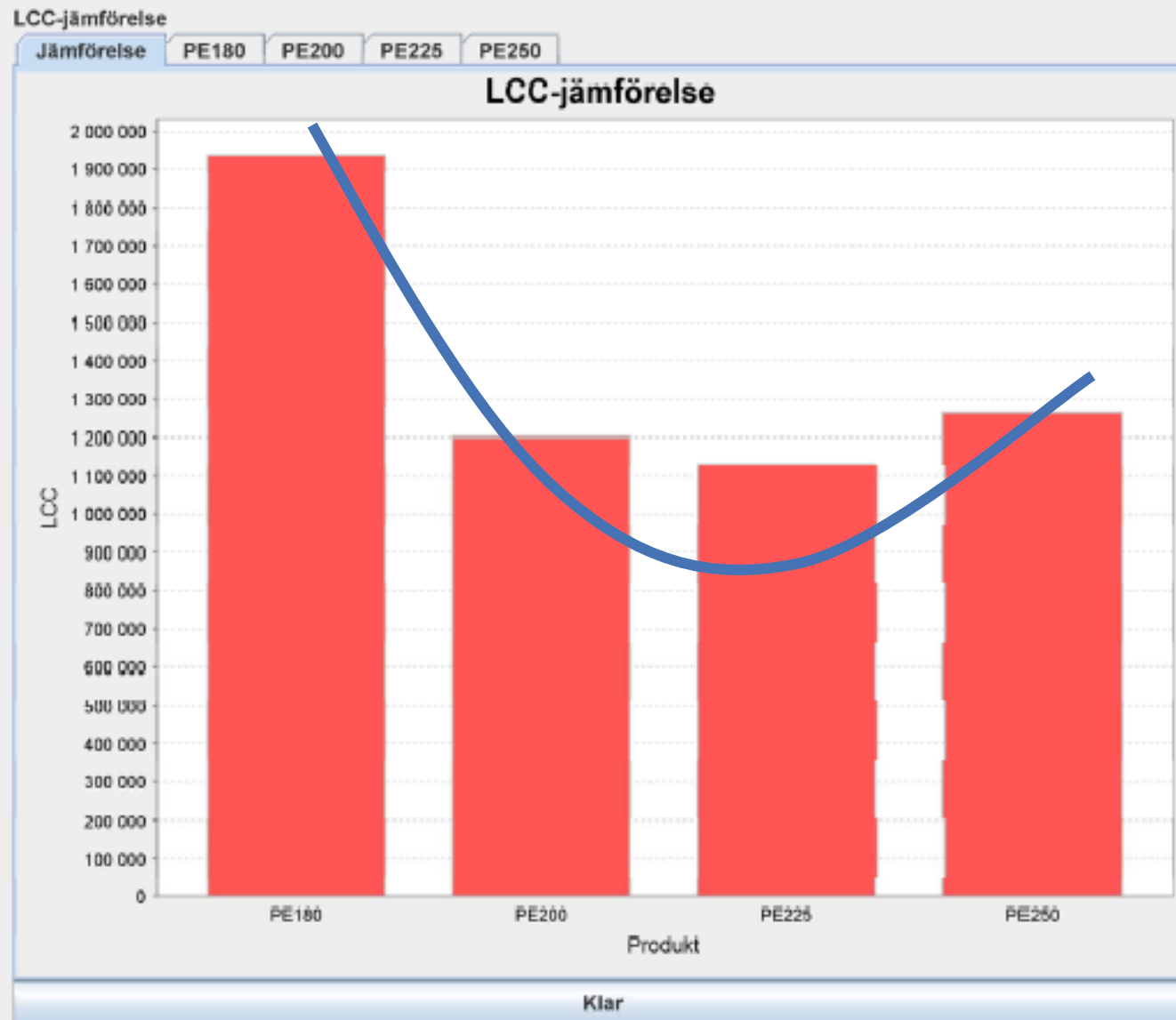


Inforutan

Beräknat antal drifttimmar per år.

Måste specificeras av beställaren!!

Räkneexempel: Ny anläggning



Anpassning av VARIMs **LCC** modell

- Framtida årliga elprisökningar

För att korrigera för framtida årliga elprisökningar, subtrahera %-satsen från Kalkylräntan

→ Kalkylränta, korr = Räntesats – Inflation – elprisökning

Ex. Årlig elprisökning = 2% ger Kalkylränta = 6 – 2 – 2 = 2%

- Viktad ineffekt (P1; P-in)

→ P-in, viktat = $\frac{1}{6} \times P_{Q100\%} + \frac{2}{3} \times P_{Q50\%} + \frac{1}{6} \times P_{Q10\%}$

Användning av LCC

Att tänka på:

- LCC utförs på ett system inte enskild produkt
- LCC-utvärdering föregås av systemdesign mha tex Specifik energi (inmatad effekt-kW / kapacitet-m³/hr)
- Undvik att överdimensionera!!
- Jämförelse mellan olika produkttyper kan kräva ytterligare moduler, tex Cin (underhåll/reparation)
- Payback mallar, se www.svensktvatten.se/FoU/Energiprojektet/Seminarier--Utbildningar/, Rubrik "Utbildning inom energieffektivisering november 2010" → Henrik Held – Kalkylmallar
- LCC mall, se www.varim.se/sv/varim-hem/verktyg/lcc-berakningsunderlag

AGENDA

1. Återkoppling från 1:a veckan

Pumptyper/-hjul, Pump-/systemkurvor, Effekter och verkningsgrader, Nyckeltal (Specifik energi, processkrav, drifttid)

2. Energibesparing i ny anläggning

Utvärdering av olika lösningar

3. Underlag för rättvis dimensionering

Rätt indata (flöde/tryck), Fallgropar

4. LCC – Livscykelkostnad

System & inte produkt, Räkneexempel

5. Utformning av förfrågningsunderlag

Lägsta totalkostnad, Får vad man betalar för

In kommer en förfrågan på en maskinleverans:

- Allmän beskrivning av önskad anläggning
- Beskrivning av projektets genomförande
- Lagar & Förordningar
- Teknisk specifikation
- Krav på önskat resultat

Upphandling av Maskinleverans:

- Allmän beskrivning av önskad anläggning
 - Myndighetskrav, beställarens önskemål/förväntningar
- Beskrivning av projektets genomförande
 - General Entreprenad enligt AB04 (Kapacitetsansvar)
 - Total Entreprenad enligt ABT06 (Totalansvar)
- Lagar & Förordningar
 - AFS, CE, etc
- Teknisk specifikation
 - Kapacitet, material, utförande, teststandard, etc
- **Krav på önskat resultat**
 - Prestanda (Flöde, tryck, energiförbrukning, etc)

Krav på önskat resultat

Här brukar oftast frågorna dyka upp:

- Vilka krav ställs?
och
- Hur skall dessa mätas?

Krav på önskat resultat

Dessa kan delas upp i krav på:

- Anbudsgivare
respektive
- Prestanda

Krav på önskat resultat, **Anbudsgivare:**

- Kompetens
- Erfarenhet
- Kapacitet
- Ekonomi

Krav på önskat resultat, **Prestanda:**

- Kostnad
- Installation
- Energi
- Drift
- Underhåll
- Reparation
- etc

Krav på önskat resultat

Kraven skall spegla vad beställaren förväntar sig att få, och måste därför kunna:

- **kvantifieras**

samt

- **mätas**

Framtagande av anbud (Val av **anbudsgivare**)

- Referenser
- Kvalitet & Miljö
- Likviditet
- Soliditet
- Omsättning
- Betalningsanmärkningar
- etc

Framtagande av anbud

(Val av **anbudsgivare**)

AFB.51 PRÖVNING AV ANBUDSGIVARE			
A	Föregående års omsättning (koncernen) skall vara minst:	....	x anbudssumman
B	Företagets (koncernen) soliditet skall vara minst:	....	%
C	Arbetschef/Projektledare erfarenhet av motsvarande projekt skall vara minst:	....	år
D	Platschef erfarenhet av motsvarande projekt skall vara minst:	....	år

Framtagande av anbud

(Val av anbudsgivare – Exempel)

AFB.51 PRÖVNING AV ANBUDSGIVARE			
A	Föregående års omsättning (koncernen) skall vara minst:	3	x anbudssumman
B	Företagets (koncernen) soliditet skall vara minst:	9	%
C	Arbetschef/Projektledare erfarenhet av motsvarande projekt skall vara minst:	10	år
D	Platschef erfarenhet av motsvarande projekt skall vara minst:	5	år

Genom detta har förväntade anbudsgivare valts

Framtagande av anbud (Val av **prestanda**)

Val måste omfatta:

- Urvalskriterier
- Rangordning
- Viktning

Framtagande av anbud

(Prestanda – Urvalskriterier)

1. Kostnad = Pris på investering
2. Installation = Pris på installation
3. Energi = Elförbrukning (kWh/år)
4. Drift = Servicetillgänglighet, Inställelsetid
5. Underhåll = Reservdelar, leveranstid
6. Kompetens = Antal referenser
7. Reparation = Kvalitets- & Miljöledningssystem, typ

Framtagande av anbud

(Prestanda – Rangordning)

Inmatning viktning, Max poäng	
	Summan uppgår till 100
Investering, max	....
Energikostnad, max	....
Servicetillgänglighet, max	....
Reservdelshållning, max	....
Referenser, max	....
Kvalitetssystem, max	....
Miljöledning, max	....
Summa	100

Framtagande av anbud

(Prestanda – Viktning, Exempel)

Inmatning viktning, Max poäng	
	Summan uppgår till 100
Investering, max	40
Energikostnad, max	20
Servicetillgänglighet, max	10
Reservdelshållning, max	10
Referenser, max	10
Kvalitetssystem, max	5
Miljöledning, max	5
Summa	100

Framtagande av anbud

(Val av Prestanda – Exempel)

		<u>Viktning, Max poäng</u>	<u>Anbud Nr.1</u>	<u>Anbud Nr.2</u>
1	Investering (anbudspris) = "Anges" x LA/AA	40	40,00	35,56
	LA = Lägst anbud			
	AA = Aktuellt anbud			
2	Energikostnad enligt VARIMs LCC-verktyg = "Anges" x LA/AA	20	18,72	20,00
	LA=Lägsta enligt LCC (Ange positioner)			
	AA=Aktuell enligt LCC (Ange positioner)			
3	Servicetillgänglighet		7	5
	Inställning inom 24h	10		
	Inställning inom 36h	7		
	Inställning inom 48h	5		
	Inställning inom >48h	3		

Framtagande av anbud

(Val av Prestanda – Exempel)

		<u>Viktning, Max poäng</u>	<u>Anbud Nr.1</u>	<u>Anbud Nr.2</u>
4	Reservdelshållning		3	7
	Leverans inom 24h	10		
	Leverans inom 36h	7		
	Leverans inom 48h	5		
	Leverans inom >48h	3		
5	Verifierade relevanta referenser under de senaste 5 åren		10	10
	10 st eller fler	10		
	5 – 9 st	7		
	1 – 4 st	5		
	Inga	0		

Framtagande av anbud

(Val av Prestanda – Exempel)

		<u>Viktning, Max poäng</u>	<u>Anbud Nr.1</u>	<u>Anbud Nr.2</u>
6	Kvalitetssäkringssystem		3	5
	Certifierade enligt ISO 9001	5		
	Eget uppbyggt enligt ISO 9001	3		
	Fungerande system	1		
	Inget	0		
7	Miljöledningssystem		3	5
	Certifierade enligt ISO 14001	5		
	Eget uppbyggt enligt ISO 14001	3		
	Fungerande system	1		
	Inget	0		
	Resultat	100	81,72	87,56

Utvärdering av anbud (enligt fastställda kriterier)

Om utvärdering sker på fastställda kriterier leder detta till att:

- Kundens förväntningar uppfylls
- 3 nöjda parter (Beställare, Entreprenör, Myndighet)
- Ingen juridisk process/överklagan

Utvärdering av anbud (enligt fastställda kriterier)

En fråga som dyker upp är:

- Hur hanteras sidoanbud?

Utvärdering av Sidoanbud (enligt fastställda kriterier)

”Främjar utveckling av teknik & organisation”

- Ger en ekonomisk förutsättning för konsult, entreprenör, leverantör att optimera befintliga och erbjuda nya lösningar

och som
- resulterar i att Sverige återtar sin ledande position i världen inom miljöområdet

Hur får man den bästa lösningen vid sin maskinleverans?

Säkerställs genom att använda:

- Utvärderingsmodell
- LCC-verktyg

Se exempel på www.varim.se

LCC i verkligheten.....

Få det man betalar för!

Provning

Väl definierat i förfrågan hur mätning skall ske
var i anläggningen och
med vilken typ av instrument



Få det man betalar för!

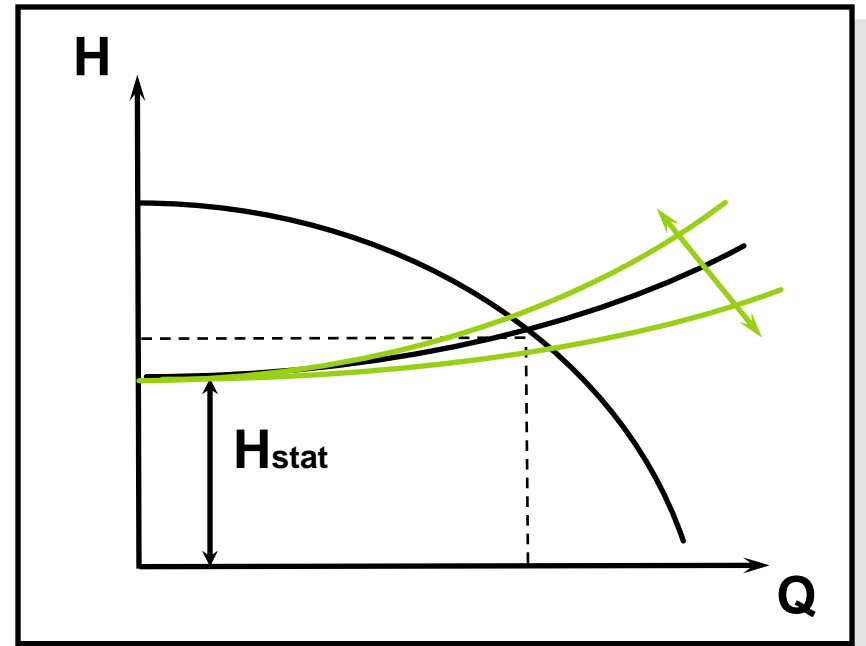
- Referenser
- Provning
 - SS-EN ISO 9906 ersätter ISO 2548

**”Varför kan teorin
avvika från verkligheten?”**

Osäkerhet - Dynamiska förluster

Avvikelser:

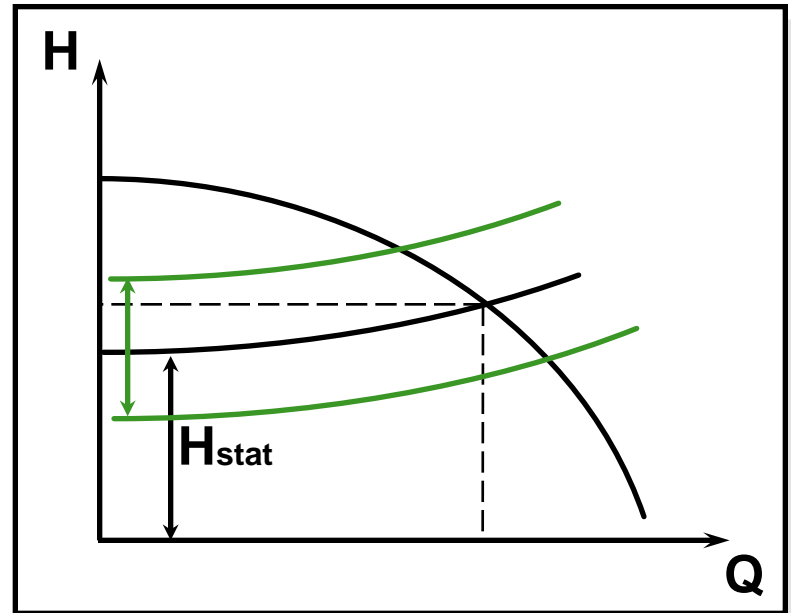
- ◆ Teoretiska friktionskoefficienter - gäller för renvatten
- ◆ Friktionsförlusterna ändras med tiden
- ◆ Kombinationseffekter



Osäkerhet - Driftpunkt

Avvikelse statisk höjd:

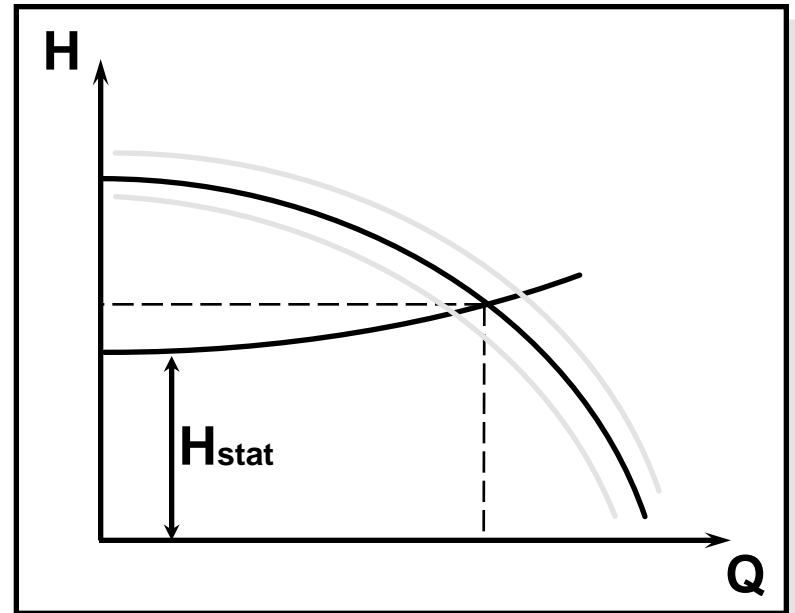
- ◆ Olika vattennivåer
- ◆ Olika Start/Stop nivåer



Osäkerhet - Prestanda

Variation i prestanda:

- ◆ Avvikelser i tillverkningen
- ◆ Flygtpumpar testas enligt ISO 9906/annex A.1
- ◆ Toleranserna i tillverkningen väl under standarden

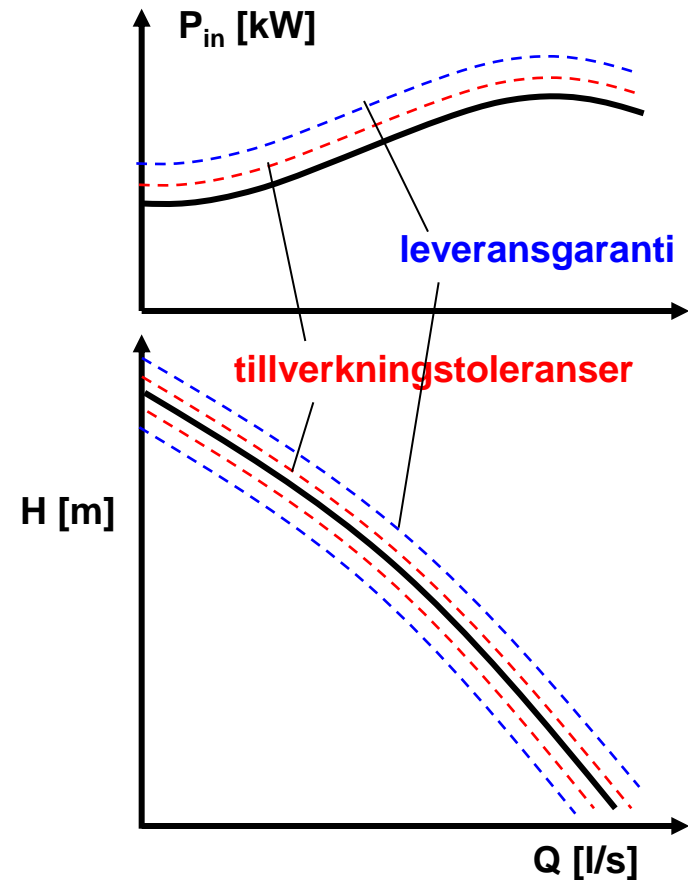


Osäkerhet - Prestanda

Pumpkurvan eller prestanda fastställs vanligtvis efter prov med ett flertal enheter, s.k. fempumpsprov. (gäller ej längre)

Prestanda kan variera mellan pumpindividerna p.g.a. tillverkningstoleranser.

Pumpar säljs och levereras med prestandagaranti reglerat av vissa standarder - HI på USA-marknaden och ISO 9906 i EU samt merparten av övriga marknader.



Osäkerhet - Prestanda

Toleranser med prestandagarantier enligt ISO 9906

ISO 9906	Q	H	P	Eta	Kommentar
Grade 1	± 4.5%	± 3%		- 3%	Driftpunktsgaranti
Grade 2	± 8%	± 5%		- 5%	Driftpunktsgaranti
Annex A1	± 9%	± 7%	+ 9%	- 7%	Kurvgaranti, P=10 kW
Annex A2	± 10%	± 8%	> +10%*	> -7%**	Kurvgaranti, P<10 kW

$$** \geq Eta_{pub} - t_{\eta}, \quad t_{\eta} = (10(1 - P_{\max} / 10) + 7)$$

$$* \leq P_{pub} (1 + t_P / 100), \quad t_P = \sqrt{(7^2 + t_{\eta}^2)}$$

Tidigare standard

→ Ny standard

ISO 2548 Annex B

→ ISO 9906 Annex A.1 och A.2

ISO 2548 Class C

→ ISO 9906 Grade 2

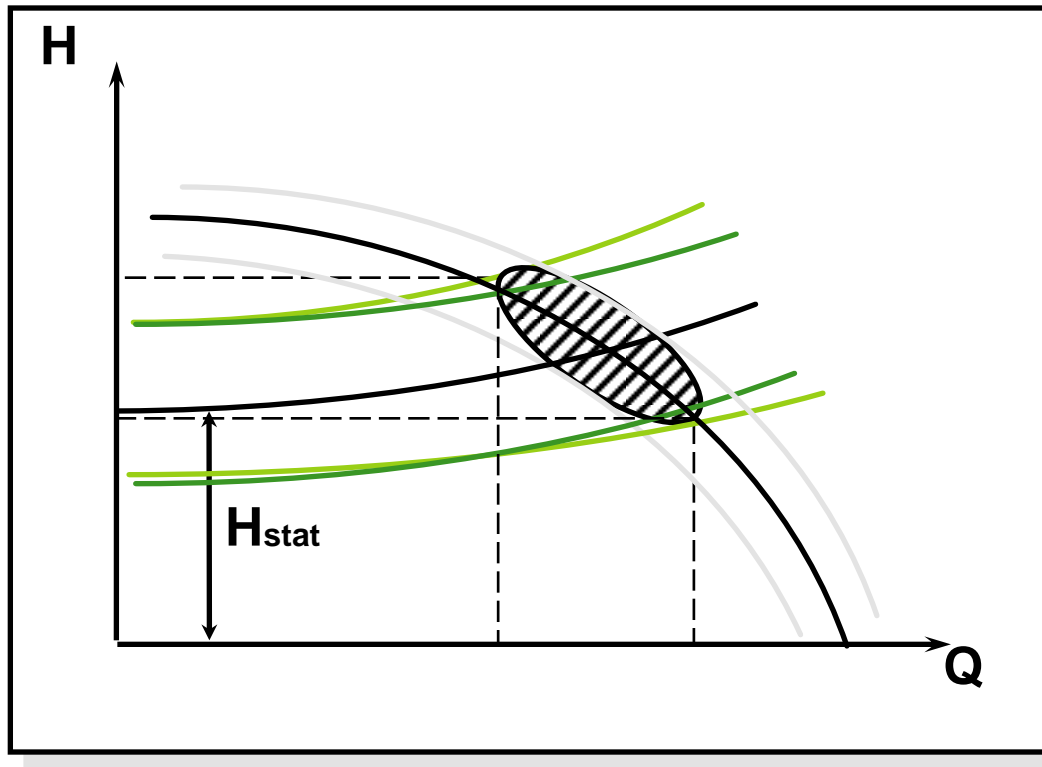
ISO 3555 Class B

→ ISO 9906 Grade 1

DIN Class I, II och III

→ ISO 9906

Osäkerhet - Summa



VITE/BONUS

Prestanda - Vite alternativt bonus

baserad på Livscykelkostnad

Prestationsvite

$$\text{Vite} = \left[\frac{LCC_E^{\text{BES}} - LCC_E}{LCC_E} - m_{\text{tol}} \right] \times \alpha \times LCC_E$$

Prestationsbonus

$$\text{Bonus} = \left[\frac{LCC_E - LCC_E^{\text{BES}}}{LCC_E} - m_{\text{tol}} \right] \times \alpha \times LCC_E$$

Prestanda - Vite alternativt bonus

baserad på Livscykelkostnad

LCC_E^{BES}	= Genom kontroll uppmätt livscykelkostnad
LCC_E	= I anbudet uppgett livscykelkostnad
M_{tol}	= Provningstolerans/mätfel
α	= Faktor för känslighetskorrigering

Prestanda - Vite alternativt bonus

baserad på Livscykelkostnad

Prestationsvite skall inte överstiga% av den, för leveransen i sin helhet, kontrakterade och garanterade livscykelenergikostnaden.

Prestanda - Vite alternativt bonus

baserad på Specifik Energi

Prestationsvite

$$\text{Vite} = \left[\frac{E_S^{\text{BES}} - E_S}{E_S} - m_{\text{tol}} \right] \times \alpha \times \gamma \times Z$$

Prestationsbonus

$$\text{Bonus} = \left[\frac{E_S - E_S^{\text{BES}}}{E_S} - m_{\text{tol}} \right] \times \alpha \times \gamma \times Z$$

Prestanda - Vite alternativt bonus

baserad på Specifik Energi

E_S^{BES}	= Genom kontroll uppmätt Specifik Energi
E_S	= I anbudet uppgett Specifik Energi
M_{tol}	= Provningstolerans/mätfel
α	= Faktor för känslighetskorrigering
γ	= Elpris i SEK/KWh
Z	= Kapacitet x årliga drifttimmar i m ³ /år

Prestanda - Vite alternativt bonus

baserad på Specifik Energi

Prestationsvite

$$\text{Vite} = \left[\frac{0,1163 - 0,1000}{0,1000} - 0,09 \right] \times 1 \times 1,5 \times 98 \times 3650$$

SEK/KWh × m³/hr × h/år

↓ ↓ ↓

39 170 SEK/år

Prestationsbonus

$$\text{Bonus} = \left[\frac{0,1000 - 0,0828}{0,1000} - 0,09 \right] \times 1 \times 1,5 \times 98 \times 3650$$

44 000 SEK/år

Prestanda - Vite alternativt bonus

baserad på Specifik Energi

Prestationsvite skall inte överstiga 10% av den, för leveransen i sin helhet, kontrakterade och garanterade energikostnaden.

TACK!

GRUPPÖVNING

DIMENSIONERING OCH LCC

Exempel 2: Pay-off tid "Ersätta befintlig"

Förutsättningar:

Förtjockat slam med 5% TS

Drifttimmar = 610h/år

Elpris = 0,97 SEK/KWh

$$\text{Pay-off tid} = 94.000 / 28.400 = 3,3 \text{ år}$$

	PC pump	Centrifugal pump	Investering	Årlig besparing
Investeringskostnad, SEK	54.000	69.000	-69.000	-
Installationskostnad, SEK	15.000	25.000	-25.000	-
Servicekostnad, SEK/år	31.000	2.200	-	+28.800
Ineffekt, KW	13,5	14,2	-	-
Energikostnad, SEK/år (610 x 0,97 x "Ineffekt")	8.000	8.400	-	-400
Summa:			-94.000 SEK	+28.400 SEK/år

Exempel 3: Pay-off tid "Ny extra slampump"

Förutsättningar:

Förtjockat slam med 5% TS

Drifttimmar = 610h/år

Elpris = 0,97 SEK/KWh

Pay-off tid = $25.000 / 28.400 = 0,9$ år

Pay-off tid > 0

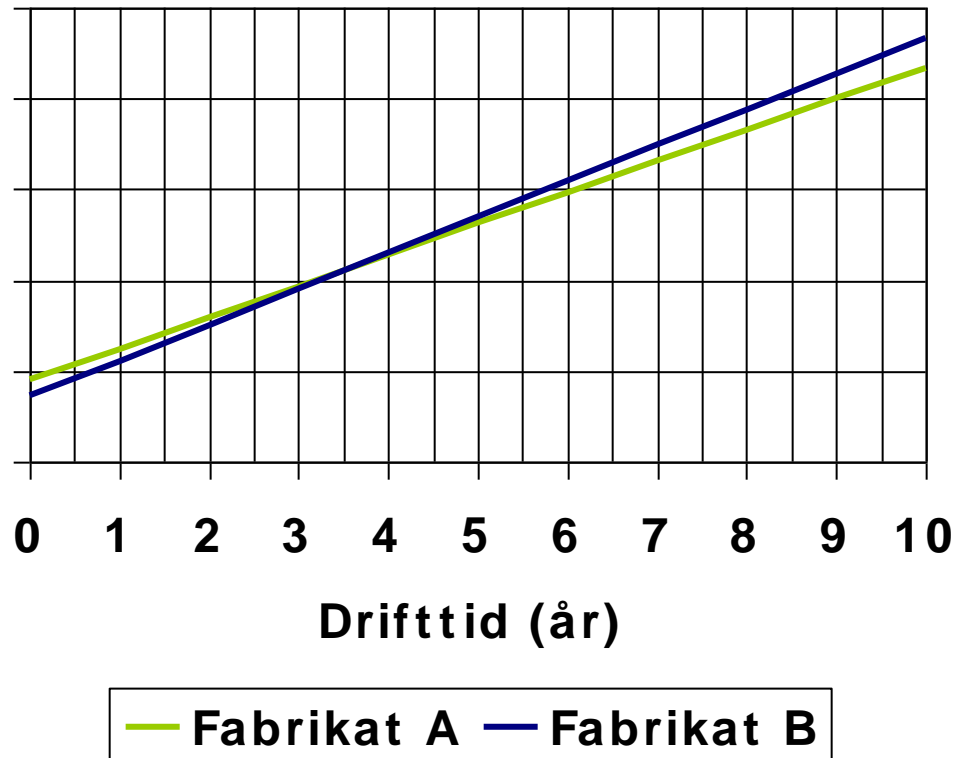
→ Centrifugal pumpen är att föredra!

	PC pump	Centrifugal pump	PC pump – Centrifugal pump	
			Investering	Årlig besparing
Investeringskostnad, SEK	54.000	69.000	-15.000	-
Installationskostnad, SEK	15.000	25.000	-10.000	-
Servicekostnad, SEK/år	31.000	2.200	-	+28.800
Ineffekt, KW	13,5	14,2	-	-
Energikostnad, SEK/år (610 x 0,97 x "Ineffekt")	8.000	8.400	-	-400
Summa:			-25.000 SEK	+28.400 SEK/år

Pay-off time

Resultat

- Totalkostnad (Inköpspris + Energikostnader)



Framtagande av anbud

(Prestanda – Rangordning)

Inmatning viktning, Max poäng	
	Summan uppgår till 100
Investering, max	XX
Energikostnad, max	XX
Servicetillgänglighet, max	XX
Reservdelshållning, max	XX
Referenser, max	XX
Kvalitetssystem, max	XX
Miljöledning, max	XX
Summa	100

Framtagande av anbud

(Val av Prestanda)

		<u>Viktning, Max poäng</u>	<u>Anbud Nr.1</u>	<u>Anbud Nr.2</u>
1	Investering (anbudspris) = "Anges" x LA/AA	XX	XX,XX	XX,XX
	LA = Lägst anbud			
	AA = Aktuellt anbud			
2	Energikostnad enligt VARIMs LCC-verktyg = "Anges" x LA/AA	XX	XX,XX	XX,XX
	LA=Lägsta enligt LCC (Ange positioner)			
	AA=Aktuell enligt LCC (Ange positioner)			
3	Servicetillgänglighet		X	X
	Inställning inom 24h	XX		
	Inställning inom 36h	X		
	Inställning inom 48h	X		
	Inställning inom >48h	X		

Framtagande av anbud

(Val av Prestanda)

		<u>Viktning, Max poäng</u>	<u>Anbud Nr.1</u>	<u>Anbud Nr.2</u>
4	Reservdelshållning		X	X
	Leverans inom 24h	XX		
	Leverans inom 36h	X		
	Leverans inom 48h	X		
	Leverans inom >48h	X		
5	Verifierade relevanta referenser under de senaste 5 åren		X	X
	10 st eller fler	XX		
	5 – 9 st	X		
	1 – 4 st	X		
	Inga	X		

Framtagande av anbud

(Val av Prestanda)

		<u>Viktning, Max poäng</u>	<u>Anbud Nr.1</u>	<u>Anbud Nr.2</u>
6	Kvalitetssäkringssystem		X	X
	Certifierade enligt ISO 9001	X		
	Eget uppbyggt enligt ISO 9001	X		
	Fungerande system	X		
	Inget	X		
7	Miljöledningssystem		X	X
	Certifierade enligt ISO 14001	X		
	Eget uppbyggt enligt ISO 14001	X		
	Fungerande system	X		
	Inget	X		
	Resultat	100	XX,XX	XX,XX