

Krav på pumpar

För lägre kostnader, ökad
energieffektivitet och
förbättrad driftsäkerhet





Kraven har tagits fram av:

Per Asplund/Leif Sundqvist, SCA Graphic Sundsvall AB

Jan Fors, EnerGia Konsulterande Ingenjörer AB

Rune Hardell, EnerGia Konsulterande Ingenjörer AB

Tomas Hirsch, SSAB Tunnbrått

Anders Karlsson, Sulzer Pumps Sweden AB

Marie Rådman, Energirådgivningen i Mariestad
och Töreboda

Lennart Skogfält/Lennart Mukka, LKAB Kiruna

Tommy Spång, Spångs ProcessTeknik AB

Ragnar Uppström, Energirådgivningen i Mölndal

Bengt Arne Walldén, Stora Enso AB, Skoghall Mill

Förord

När du handlar upp en ny pump har du en unik möjlighet att påverka energiförbrukningen under alla de år som utrustningen kommer att vara i drift. Du kan uppnå både god funktion och långsiktigt gynnsam ekonomi genom att välja en energieffektiv lösning.

Denna broschyr är en omarbetad version av de krav för industriumpar som publicerades av Nutek i november 1996. Kraven kan användas vid upphandling av pumpar till industrins hjälpsystem och processer. De hjälper dig att nå hög energieffektivitet i alla pumpinstallationer.

Inledningsvis behandlas de grundfrågor du bör ställa dig när du står i begrepp att handla upp en ny pump. Det är viktigt att välja en genomtänkt systemlösning och att pumpdriften kan anpassas efter ett behov som kan förändras med tiden. Energimässiga konsekvenser av olika reglersätt behandlas kortfattat i kapitlet ”Reglermetoder”.

Ett viktigt instrument i en upphandling är en beräkning av livscykelkostnaderna (LCC). I en LCC-kalkyl summeras investeringskostnaderna för en utrustning med beräknat nuvärde av energi- och underhållskostnaderna under utrustningens hela livslängd. Med en LCC-kalkyl får du en säkrare uppfattning om den kompletta kostnadsbilden när du jämför offerter, än genom att bara se på angiven investeringskostnad. Kraven i denna skrift är i första hand avsedda för upphandling av processpumpar,

exempelvis pumpar för kylvattenförsörjning och -distribution, vatten- och avloppsanläggningar, vätsketransporter inom industrin etc. De rör pumpsystemets effektivitet samt uppgifter som både beställaren och leverantören ska redovisa i offertförfrågan och offert. Kraven ställs på både utförande och montagesätt och bör leda till minskat underhåll, högre driftsäkerhet och ökad livslängd. Syftet är att de angivna kraven ska hjälpa till att uppnå bästa möjliga totalekonomi för varje genomförd pumpinstallation.

Innehåll

Driften fem till tio gånger dyrare än investeringen.....	4
Uppgradera, ersätta eller nyprojektera?.....	7
Reglermetoder.....	11
Välj med hjälp av LCC-kalkyl	12
Kravspecifikation.....	15
Referenser	19

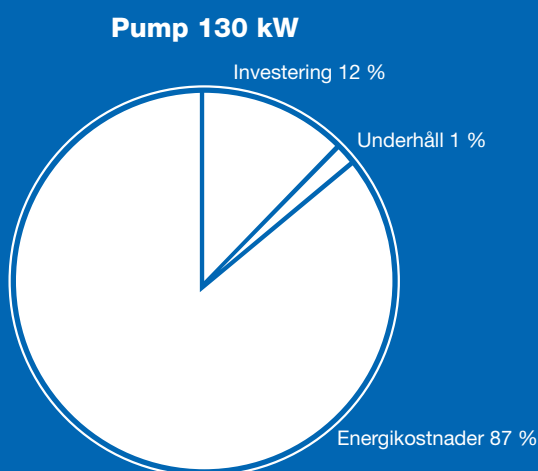
Driften fem till tio gånger dyrare än investeringen

Pumpar finns hos varje industriföretag i Sverige. Användningsområdena är många: avloppspumpning, vattenförsörjning i industriprocesser, kylning av utrustningar i stålindustrin, pumpning av slurry i gruvindustrin, pappersmassa eller andra vätskor och vätskeblandningar etc.

Svensk industri använder totalt cirka 10 TWh el varje år för pumpdrifter. Det motsvarar omkring 18 procent av hela industrins elanvändning. Elenergin som behövs för att driva en enda 130 kW-pump i kontinuerlig drift i ett år överstiger 1 000 MWh. Det motsvarar 3,1 miljoner kronor på 10 år med ett elpris på 30 öre/kWh. Elpriserna är dessutom ofta betydligt högre i andra industrier än i processindustrin.

Du har störst möjlighet att påverka den framtida elanvändningen vid köptillfället. Det är också ett unikt tillfälle att tänka igenom behovet. Ägna en stund åt kritiskt tänkande innan du handlar, om du vill vara energieffektiv och uppnå låga kostnader.

Figur 1 visar fördelningen av nuvärdet av de totala kostnaderna under en 10-årsperiod för en 130 kW-pump i kontinuerlig drift. Energikostnaderna svarar för den helt övervägande delen.



Figur 1. Kostnadsfördelning för en 130 kW-pump under en 10-årsperiod.





Uppgradera, ersätta eller nyprojektera?

Ta reda på förutsättningarna

Fungerar inte en befintlig pump tillfredsställande och någon åtgärd behöver vidtas, börja med att:

- Mäta hur stort flödet är och hur det varierar under exempelvis en vecka. Mät exempelvis med en portabel utanpåliggande flödesmätare. Mät också trycket före pump, efter ventil samt motoreffekten. Du får på så sätt ett underlag för att avgöra vad som bör göras.
- Undersöka om det finns alternativ till att köpa en ny pump. Den gamla pumpen kan kanske uppgraderas så att den får lika bra prestanda som när den var ny. Pumpen kan kompositbeläggas och renoveras så att den får bättre tätningar och lager. Pumphjulet kan dessutom eventuellt anpassas bättre till den aktuella driftpunkten. Kostnaderna för sådana åtgärder är ofta betydligt lägre än för en ny pump. Fundament, rörsystem och komponenter behöver inte heller ändras eller ersättas.
- Ta reda på om pumpens drivmotor är i så gott skick att den kan användas i fortsättningen. Detta gäller företrädesvis om motorn är av klass eff1, se referens 2. I annat fall kan lönsamhetskäl tala för ett byte till en eff1-motor.

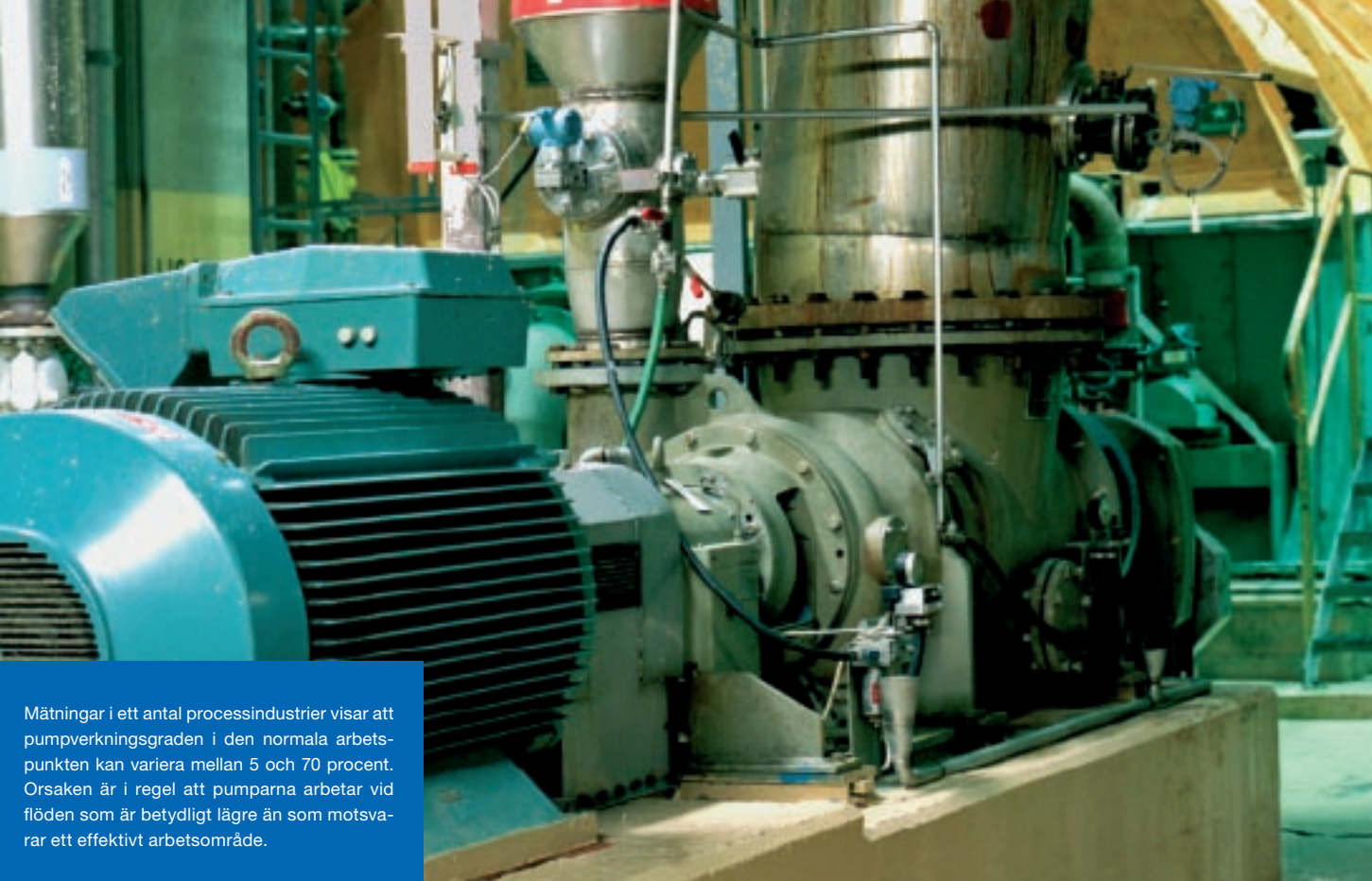
Effekten till motorn kan lätt beräknas med formeln $P = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos\varphi$ där U är spänningen mellan faserna, fassströmmen I mäts med tångamperemeter

och effektfaktorn $\cos\varphi$ kan avläsas på motorns märkskylt. Avviker strömmen betydligt från märkström bör du kontakta motorleverantören för uppgift om förändrat $\cos\varphi$ -värde.

Ersätta befintlig pump

Är inte en uppgradering av den gamla pumpen aktuell och det istället gäller att ersätta den uttjänta med en ny, kan valet förefalla enkelt. Du beställer en ny pump med samma kapacitet som den gamla. Men är ditt behov detsamma? Det kan vara värt att tänka efter innan du bestämmer dig. Några rekommendationer:

- Mät flödet genom den gamla pumpen, gärna under en längre period. Mät trycket före och efter pumpen, efter ventil samt motoreffekten. Jämför med pumpkurvan.
- Kan inte flödet mätas, ta reda på om några systemförändringar har skett efter att den befintliga pumpen installerades. Är kapacitetsbehovet detsamma som tidigare? Hur stora är tryck- och flödesvariationerna?
- Fråga personalen som sköter drift och underhåll om vilka erfarenheter de har av den gamla pumpen.
- Ta hänsyn till kraven på driftsäkerhet och tillgänglighet vid val av pumptyp, material, pumphjul och tätningslösning. Konsekvenser och kostnader för pumphaverier bör analyseras i förväg.



Mätningar i ett antal processindustrier visar att pumpverkningsgraden i den normala arbetspunkten kan variera mellan 5 och 70 procent. Orsaken är i regel att pumparna arbetar vid flöden som är betydligt lägre än som motsvarar ett effektivt arbetsområde.

Pump i ny anläggning

När en ny anläggning ska byggas är möjligheterna att åstadkomma energieffektiva lösningar som gynnsammast. LCC-kalkyler bör göras för hela anläggningen, inklusive pumpdriften, för att du ska kunna ta hänsyn till de totala kostnaderna för energi och underhåll under anläggningens hela livstid vid upphandlingen.

Processkraven måste vara väl definierade inför upphandlingen så att nödvändigt flöde och tryck för respektive pump är kända. Dessutom bör förutsedda variationer i flöde och tryck preciseras. Tillvägagångssättet vid upphandlingen är beroende av i vilket skede av projekteringsarbetet du befinner dig. Några rekommendationer (se även referens 9):

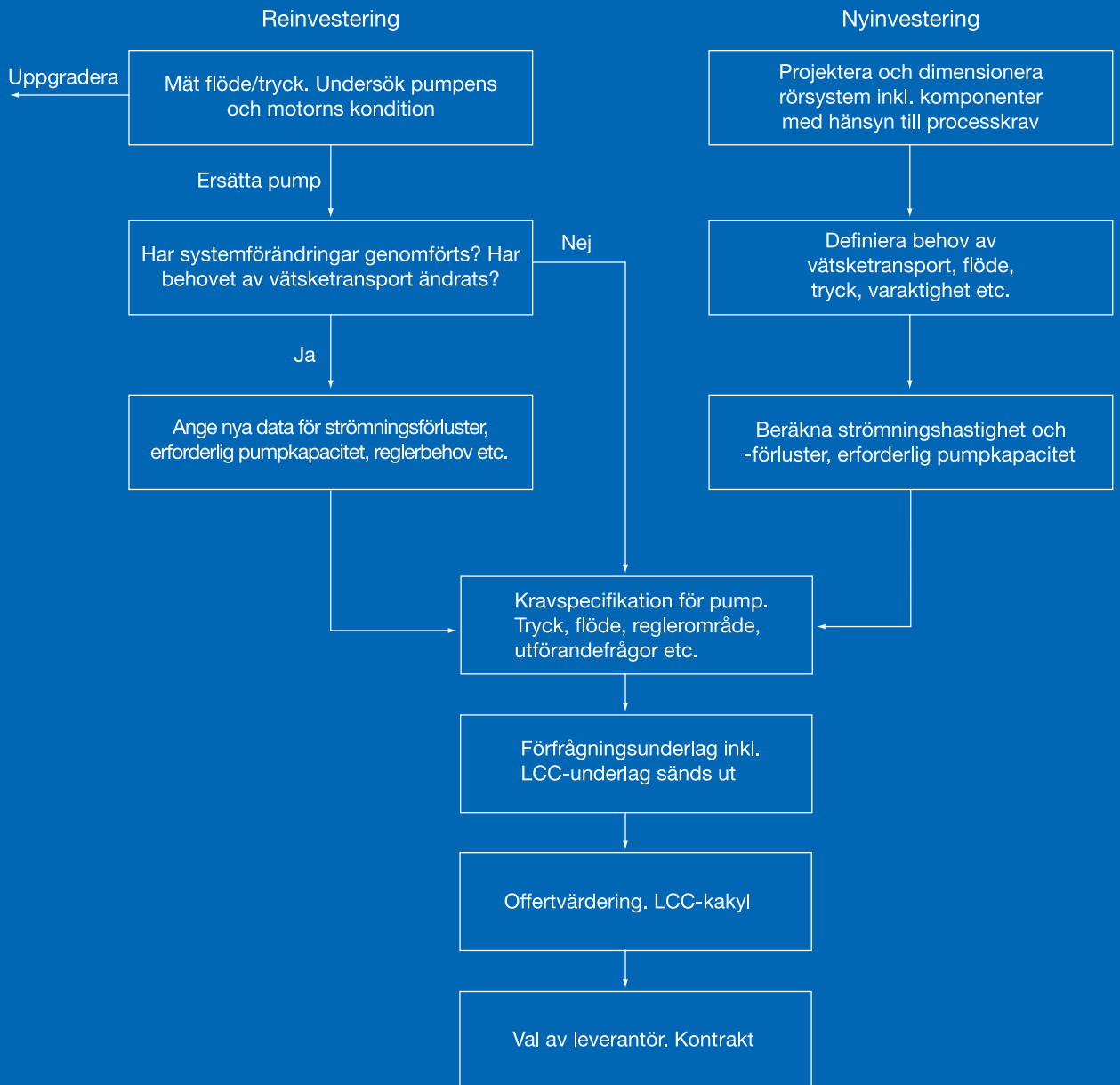
- Börja med att undersöka möjligheterna att utforma rörsystem och välja komponenter så strömningsförluster minimeras, om systemupbyggnaden inte är definitiv. Datoriserade beräkningshjälpmedel kan underlätta dimensioneringsstudierna.
- Är systemupbyggnaden fastställd, ta då reda på om nu gällande kapacitetsbehov väntas bestå

eller om några förändringar blir aktuella i en nära framtid. Undvik att dimensionera pumpen för en framtida högre kapacitet om det medför att pumpen i nuläget kommer att arbeta med ogynnsam verkningsgrad.

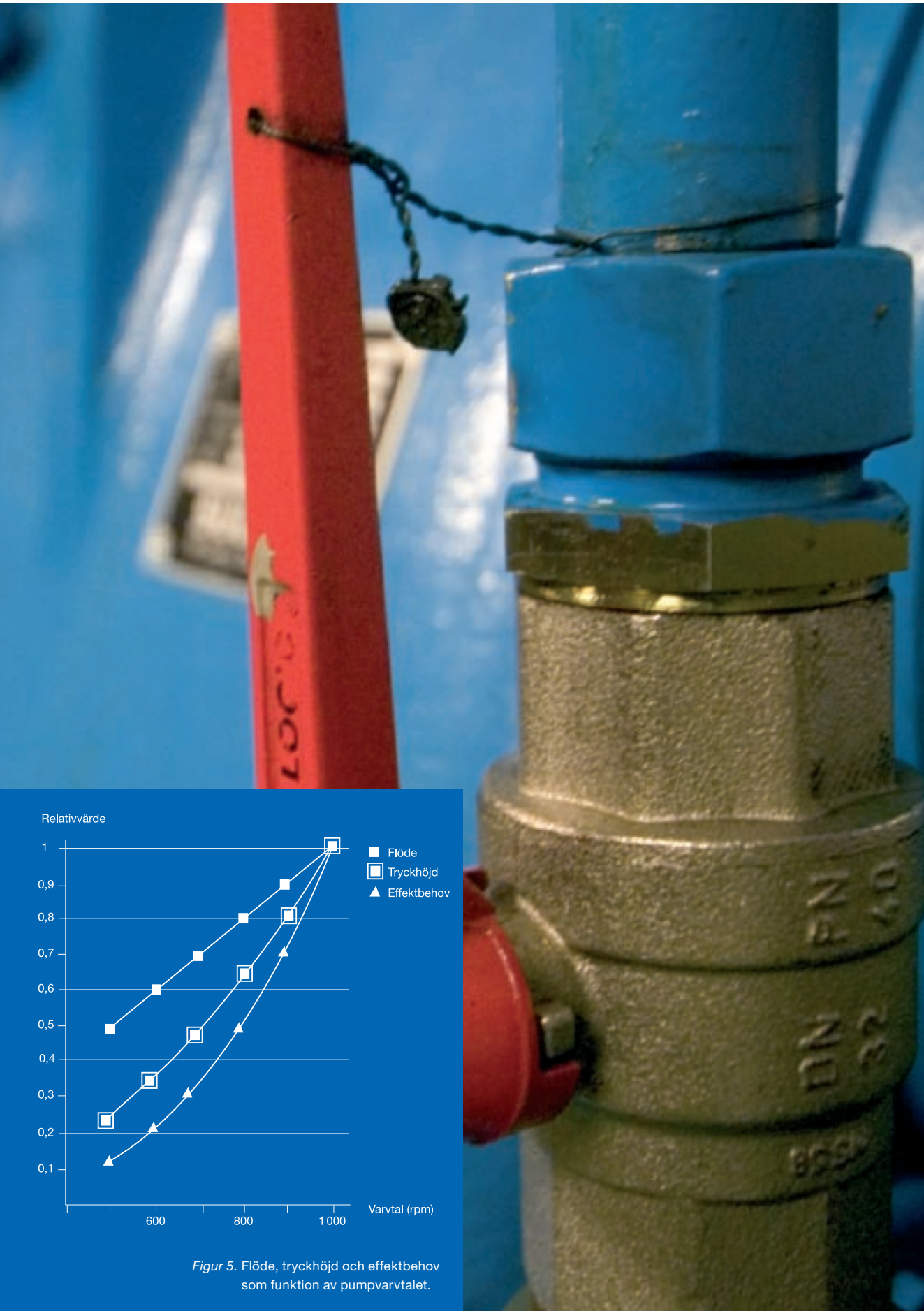
- Är det stora flödesvariationer eller kommer det dimensionerande flödet att förändras i framtiden, bör du överväga varvtalsreglering av pumpen. Det kan i vissa fall vara motiverat att installera två pumpar med olika kapacitet.
- Det bör ges plats vid den tekniska uppbyggnaden för givare för flödes- och tryckmätningar.
- Ta hänsyn till kraven på driftsäkerhet och tillgänglighet vid val av pumptyp, material, pumphjul och tätningslösning. Konsekvenser och kostnader för pumphaverier bör analyseras i förväg.

Figur 2 illustrerar schematiskt arbetsgången när du ska handla upp en ny pump. I kapitlet "Kravspecifikation" finns många av de uppgifter beställaren ska lämna samt de krav du ska ställa på pumpleverantören.

Pumpupphandling



Figur 2. Arbetsgång vid pumpupphandling



Reglermetoder

Det finns flera sätt att reglera vätskeflödet i ett pumpsystem. Dels åtgärder som att starta och stoppa, koppla in ytterligare pumpar, tvåhastighetsdrift av pumpar etc., dels kontinuerliga regelsätt som stryp- och varvtalsreglering, se även referens 9. Varvtalsreglering sker normalt elektroniskt men även andra metoder förekommer, bland annat hydrauliska slirkopplingar.

Stryp- eller varvtalsreglering?

Volymströmmen i en pump som drivs av en motor med konstant varvtal kan regleras kontinuerligt med hjälp av en motordriven strypventil.

En reduktion av flödet i figur 3 med 20 procent med en ventil (från Q_1 till $0,8 \times Q_1$), flyttar arbetspunkten efter pumpkurvan från punkt A till B. Som figuren visar blir energiförlusterna till följd av strypningen nästan lika stora som den energi som behövs för att ge det nödvändiga vätskeflödet i detta fall.

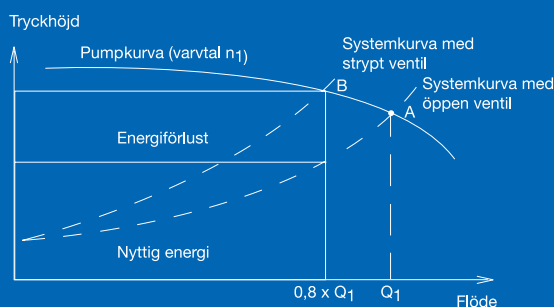
Minskas istället varvtalet, som till exempel från n_1 till n_2 i figur 4, så kan pumpflödet minska till det önskade värdet utan onödiga förluster. Arbetspunkten flyttas då utefter systemkurvan från A till C.

Figurerna 3 och 4 visar att även om själva pumpens verkningsgrad är hög i det aktuella arbetsområdet (till exempel i arbetspunkten B i figur 3) så betyder

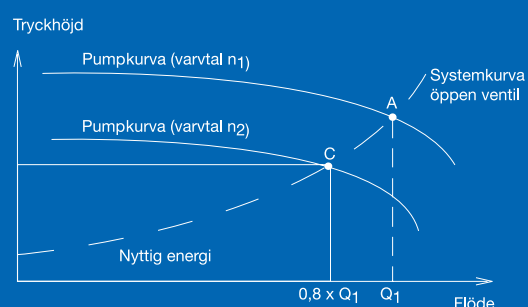
det inte att systemets effektivitet är hög. Man bör därför alltid jämföra det teoretiska pumpningsbehovet (motsvarande ytan med beteckningen "Nyttig energi" i figur 3) med den energi som faktiskt går åt för att tillgodose behovet innan man uttalar sig om systemets effektivitet.

Införande av varvtalsreglering rekommenderas för de flesta pumpdrifter där stora flödesvariationer förekommer. Förutsättningarna bör dock analyseras noga. Du måste bland annat ta hänsyn till andel statiskt tryck i förhållande till det totala trycket. Minskar varvtalet förändras pumpens flöde proportionellt mot varvtalet, tryckhöjden med varvtalet i kvadrat och effektbehovet med tredjepotensen på varvtalet. Det illustreras av figur 5. Detta gäller dock strikt endast i ett cirkulationssystem, det vill säga då ingen statisk höjd finns i systemet.

Vid lägre varvtal får du, utöver ett minskat effektbehov, även minskade underhållskostnader för pumpsystemet. Mot detta ska givetvis ställas merkostnaderna för att skaffa utrustningen som krävs för varvtalsreglering. Du bör också ta reda på vilka energiförluster som uppstår i själva varvtalsreglerutrustningen. Konsekvenser av nätstörningar som kan orsakas av frekvensomriktare bör även beaktas.



Figur 3. Pump- och systemkurva vid strypreglering av pump.



Figur 4. Pump- och systemkurva vid varvtalsreglering av pump.

Välj med hjälp av LCC-kalkyl

När behovet av vätsketransport är fastställt och en projektering av rörsystemet genomförts, så återstår att handla upp utrustningen som ska installeras.

En offertförfrågan tas fram och sänds till potentiella leverantörer. Offerten som leverantören ska ta fram och skicka tillbaka baseras på uppgifter som du som beställare lämnar i din förfrågan eller i dialog med leverantören. I kapitlet "Kravspecifikation" går vi igenom de uppgifter som bör ingå.

Inkomna offerter ska sedan värderas. Energikostnaderna under pumpens livslängd är i regel mycket större än investeringskostnaden som tidigare påpekats, se figur 1. Gör du den ekonomiska värderingen av offerterna med hjälp av beräknad livscykelkostnad (LCC), så ligger de totala kostnaderna under pumpdriftens livslängd till grund för valet av leverantör.

Hur beräknas LCC?

De viktigaste komponenterna är:

- Energikostnader under pumpens livslängd
- Investeringskostnader för pumpsystemet
- Underhållskostnader (inklusive stilleståndskostnader) under pumpens livslängd.

Energi- och underhållskostnaderna kommer att variera under årens lopp. Det är mycket svårt att förutsäga hur stora dessa variationer kommer att bli. För enkelhets skull antas att kostnaderna för drift och underhåll är lika stora varje år.

De löpande energi- och underhållskostnaderna under pumpens ekonomiska livslängd, kanske 20 år, räknas om till

dagens värde med hjälp av den så kallade nusummefaktorn. Då kan de jämföras med investeringskostnaderna som uppstår första året.

- Nusummefaktorn bestäms av pumpens ekonomiska livslängd n (år) och av kalkylräntan r_k (angiven i procent).
- Nusummefaktorn = $[1 - (1 + 0,01 \times r_k)^{-n}] / (0,01 \times r_k)$
- Nusummefaktorns värde vid olika kalkylräntor och ekonomiska livslängder framgår av figur 6 och tabell 1.

Formeln för att beräkna livscykelkostnaden (LCC) är:

$$LCC_{tot} = \text{investering} + LCC_{\text{energi}} + LCC_{\text{underhåll}}$$

$$LCC_{\text{energi}} = \text{årlig energikostnad} \times \text{nusummefaktorn}$$

$$LCC_{\text{underhåll}} = \text{årlig underhållskostnad} \times \text{nusummefaktorn}$$

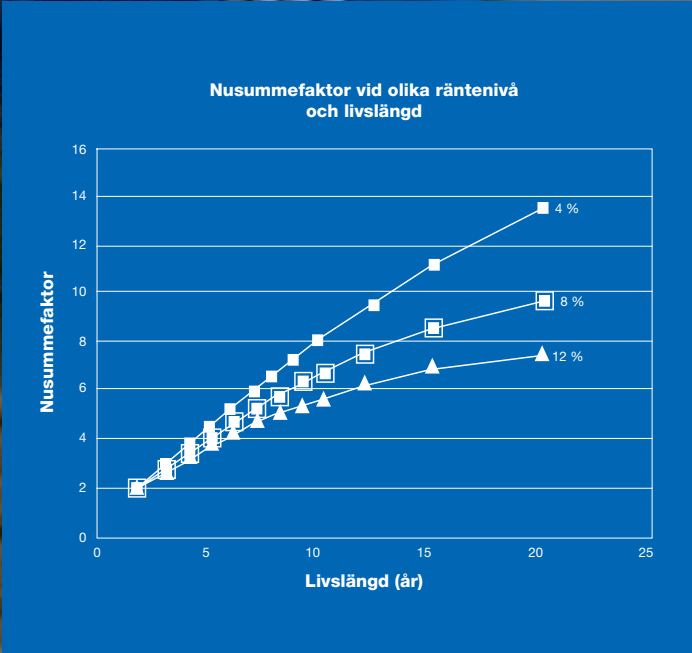
Utförligare beskrivning av hur du beräknar LCC finns i referens 1. Där framgår även hur du kan ta hänsyn till förväntad reell årlig energiprisökning. Förväntas exempelvis energipriset öka med 2 procent per år, så minskar du den antagna kalkylräntan med 2 procent vid beräkning av nusummefaktorn. På motsvarande sätt kan hänsyn även tas till årliga procentuella ökning av underhållskostnaderna.

Figur 6 visar att en låg räntenivå leder till högre värden på nusummefaktorn, vilket betyder att nuvärdet på framtida kostnader för energi och underhåll blir högre. I tabell 1 redovisas värdet på nusummefaktorn för ett antal olika livslängder och räntenivåer.

Nusummefaktor

År	Kalkylränta i procent											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
2	2,00	1,97	1,94	1,91	1,89	1,86	1,83	1,81	1,78	1,76	1,74	1,63
3	3,00	2,94	2,88	2,83	2,78	2,72	2,67	2,62	2,58	2,53	2,49	2,28
4	4,00	3,90	3,81	3,72	3,63	3,55	3,47	3,39	3,31	3,24	3,17	2,85
5	5,00	4,85	4,71	4,58	4,45	4,33	4,21	4,10	3,99	3,89	3,79	3,35
6	6,00	5,80	5,60	5,42	5,24	5,08	4,92	4,77	4,62	4,49	4,36	3,78
7	7,00	6,73	6,47	6,23	6,00	5,79	5,58	5,39	5,21	5,03	4,87	4,16
8	8,00	7,65	7,33	7,02	6,73	6,46	6,21	5,97	5,75	5,53	5,33	4,49
9	9,00	8,57	8,16	7,79	7,44	7,11	6,80	6,52	6,25	6,00	5,76	4,77
10	10,00	9,47	8,98	8,53	8,11	7,72	7,36	7,02	6,71	6,42	6,14	5,02
15	15,00	13,87	12,85	11,94	11,12	10,38	9,71	9,11	8,56	8,06	7,61	5,85
20	20,00	18,05	16,35	14,88	13,59	12,46	11,47	10,59	9,82	9,13	8,51	6,26

Tabell 1. Nusummefaktorn vid olika kalkylräntor och ekonomiska livslängder.



Figur 6. Nusummefaktorn som funktion av livslängden vid tre olika räntenivåer.

Exempel:

Flödet i en kontinuerligt arbetande 130 kW-pump styrs normalt med en reglerventil. Flödet är cirka 1 600 m³/h och tryckhöjden 22 mvp. Men under ungefär halva tiden krävs bara ett flöde på 1 200 m³/h. Stryps flödet till detta värde så minskar behovet av motoreffekt från 130 kW till 115 kW.

Elanvändningen per år blir då:

$$4\,300\text{ h} \times 130\text{ kW} + 4\,300\text{ h} \times 115\text{ kW} = 1\,053\,500\text{ kWh}$$

Varvtalsregleras pumpen istället, så elimineras förlusterna i strypventilen och motoreffekten vid flödet 1 200 m³/h kan reduceras till 63 kW. Den årliga elanvändningen blir i detta fall: 4 300 h x 130 kW + 4 300 h x 63 kW = 829 900 kWh

Investeringskostnaden för en färdigt installerad frekvensomriktare är enligt ett anbud 120 000 kr.

För att genomföra en LCC-kalkyl förutsätts att:

- Elpriset är 0,3 kr/kWh.
- Den ekonomiska livslängden för frekvensomriktaren är 10 år
- Kalkylräntan är 10 procent.
- Underhållskostnaden är 5 000 kr/år utan och 8 000 kr/år med frekvensomriktare.

Av tabell 1 framgår att nusummefaktorn i detta fall blir 6,14. Beräkningarna av LCC_{tot} ger då följande resultat:

Alternativ 1. Strypreglering (befintlig installation)

Investeringar

Investeringar redan genomförda.

Driftskostnader

$$\text{Energikostnader/år} = 1\,053\,500 \times 0,3 = 316\,000\text{ kr}$$

$$\text{Underhållskostnad/år} = 5\,000\text{ kr}$$

$$\text{Summa} = 321\,000\text{ kr}$$

$$\text{LCC}_{\text{tot}} = 0 + 321\,000 \times 6,14 = 1\,971\,000\text{ kr}$$

Alternativ 2. Varvtalsreglering

Genom att varvtalsreglera pumphotorn kan förlusterna i strypventilen elimineras. För LCC-kalkylen gäller då följande:

Investeringar

$$\text{Frekvensomriktare, installerad} = 120\,000\text{ kr}$$

Driftskostnader

$$\text{Energikostnader/år} = 829\,900 \times 0,3\text{ kr} = 249\,000\text{ kr}$$

$$\text{Underhållskostnad/år} = 8\,000\text{ kr}$$

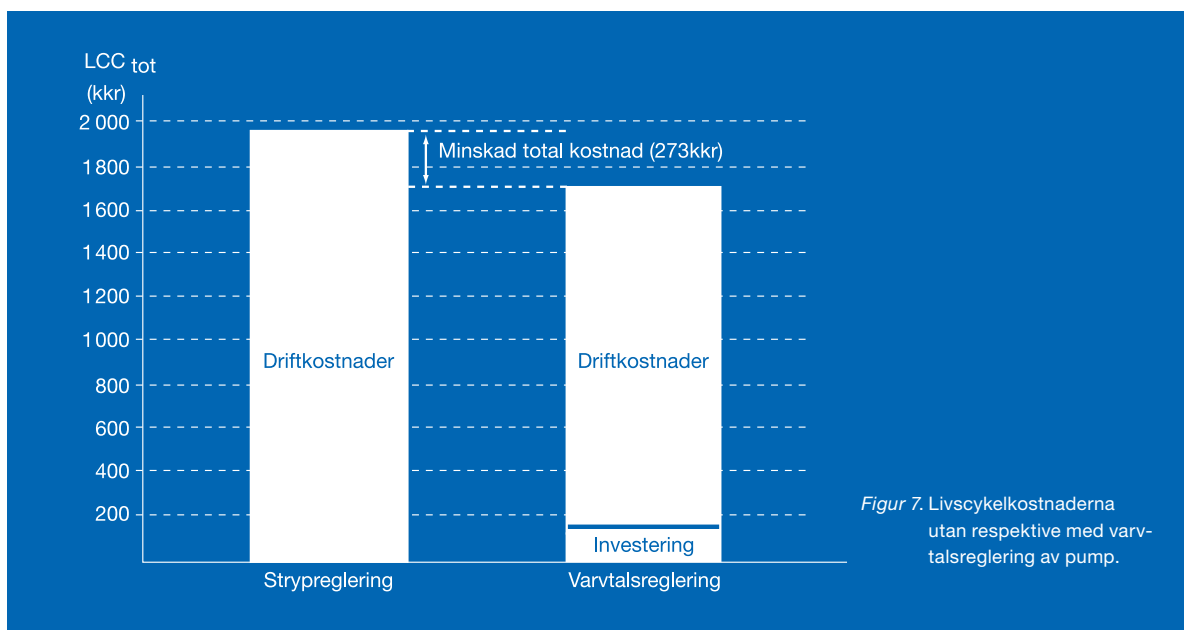
$$\text{Summa} = 257\,000\text{ kr}$$

$$\text{LCC}_{\text{tot}} = 120\,000 + 257\,000 \times 6,14 = 1\,698\,000\text{ kr}$$

Med en tilläggsinvestering på 120 000 kr så minskar de årliga driftskostnaderna med 64 000 kr. Det motsvarar en minskning av de totala livscykelkostnaderna under en 10-årsperiod med 273 000 kr.

Resultatet av LCC-beräkningarna redovisas i figur 7. Av bilden framgår att du kan reducera driftskostnaderna betydligt med en begränsad merinvestering i en varvtalsreglerutrustning. Är elpriset högre än 0,3 kr/kWh blir den ekonomiska vinsten av varvtalsreglering givetvis ännu högre.

Användning av LCC-kalkyler vid jämförelser mellan olika tekniska lösningar leder till att effektiviteten i utrustningen värderas mer korrekt än när beställaren väljer den leverantör som erbjuder lägsta pris på pump och ventil utan analys av den totala kostnadsbilden.



Figur 7. Livscykelkostnaderna utan respektive med varvtalsreglering av pump.

Kravspecifikation

Här följer ett antal krav på pumpdrifter som med fördel kan användas som en del av anbudsfrågan inför varje pumpupphandling. Kraven är av teknisk, systemmässig och ekonomisk natur. De är skrivna så att en väl fungerande kommunikation mellan beställare och leverantör upprättas. Det krävs för att den färdiga pumpinstallationen ska bli ett driftsäkert och energieffektivt system.

Allmänna krav

Varje anbud ska innehålla en LCC-kalkyl som tar hänsyn till både investerings-, energi- och underhållskostnader.

Principerna för en LCC-kalkyl framgår i förenklad form i kapitlet "Välj med hjälp av LCC-kalkyl" och mer detaljerat i referens 1.

Av tabell 2 framgår vilka uppgifter som krävs för att offertgivaren eller leverantören ska kunna göra en LCC-kalkyl.

I tabellen anges även de uppgifter du som beställare ska tillhandahålla redan i offertförfrågan.

Verkningsgraden för pump och drivsystem ska vara sådan att den utnyttjade motoreffekten i driftpunkten utgör högst 15 kW per m tryckhöjd och m³/s vattenflöde. Regleras pumpdriften genom strypning får strypförlusterna ej överstiga 15 procent i genomsnitt.

I offerten ska offertgivaren:

- Redovisa hur det förebyggande underhållet ska genomföras.
- Redovisa hur underhållsåtgärder ska dokumenteras, för att underlätta uppföljning och kontroll.
- Lämna garantier för LCC-kalkylens tillämpbarhet under den ekonomiska livslängden.

Tabell 2.

Uppgifter som tas fram av beställare respektive leverantör som underlag för LCC-kalkyl.

Investeringar:	Leverantör	Beställare
Anskaffningspris för utrustning	x	
Pris för montage och installation etc.	x	
Pris på förråd, reservdelar, förbrukningsmaterial	x	
Drift och underhåll, kostnader per år		
Underhåll: förebyggande, mantimmar/år	x	
avhjälpande, mantimmar/år	x	
Arbetskostnader, kr/mantimme		x
Förbrukningsmaterial, kr/år	x	
Summerade underhållskostnader, kr/år	x	
Effektbehov vid respektive lastfall, kW	x	
Drifttid för respektive lastfall, timmar/år		x
Totalt energibehov, kWh/år	x	
Energipris, kr/kWh		x
Totala energikostnader, kr/år	x	
Stilleståndskostnader, kr/timme		x
Stilleståndskostnader, kr/år	x	
Övriga kostnader för drift och underhåll, kr/år	x	x
Underlag nuvärdeskalkyl		
Kalkylränta, procent		x
Antagen årlig energiprisökning, procent		x
Ekonomisk avskrivningstid, år		x

Uptäcker offertgivaren att köparen inte tänkt på att varvtalsstyrning kan vara en ekonomiskt fördelaktig möjlighet i offertförfrågan, så ska offertgivaren göra köparen uppmärksam på det. Offertgivaren ska även kunna lämna en offert på utrustning för varvtalsstyrning efter överenskommelse med köparen.

Beställarens uppgifter i offertförfrågan:

1. Medium som ska pumpas. Nödvändiga uppgifter om mediet: sammansättning, temperatur, viskositet, m.m.
2. Kapacitetsområde för pumpen samt drifttid (varaktighetskurva).
3. Uppfordringshöjd: statisk höjd och beräknad dynamisk höjd vid nominellt flöde.
4. Statisk sughöjd.
5. Tillgängligt inloppstryck för aktuellt medium och uppställning.
6. Uppgift om placering av mätdon för tryck respektive flöde, vid behov även för temperatur. Leverantören anmodas i annat fall lämna förslag på det.
7. Krav på material i pumphjul och övriga delar: se SSG 7355, referens 4. Ytfinhet på pumphjul och pumphus Ra ska vara maximalt 2μ . Ytfinheten kan exempelvis åstadkommas genom beläggning med kompositmaterial.
8. Tätning: hänvisa till SS-EN ISO 5199 och SSG 7355, referens 3 och 4, för materialkombination och tätningstyp för olika mediatyper.
9. Krav på drivmotor: helkapslade, kortslutna, 3-fas asynkronmotorer enligt SS-EN 50347, se referens 6. Verkningsgrad enligt klass eff1, se referens 2. Krav beträffande variabelt eller fixerat varvtal.
10. Målning: specificera typ av ytbehandling.
11. Provtryckning: ange vilket provtryck som krävs.
12. Krav på dokumentation gällande drift och underhåll. Ange i vilken form dokumentationen ska lämnas.

Leverantörens uppgifter i offerten:

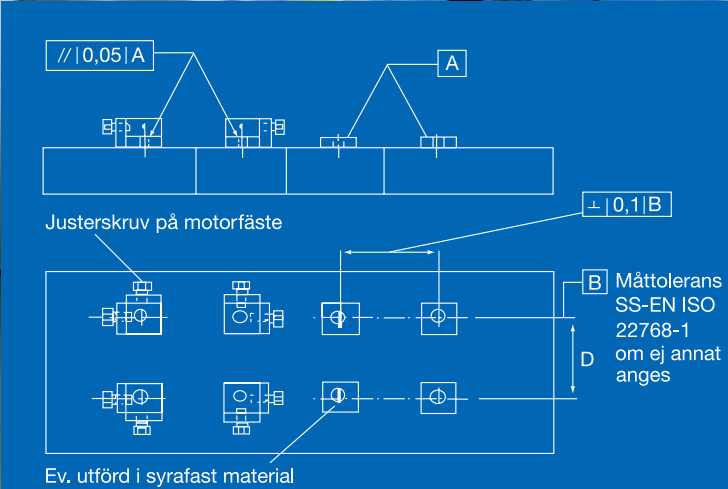
13. NPSH_r -värde för aktuell pump, medium och uppställning.
14. Redovisning av pumpkurva för aktuellt medium och temperatur samt vid olika varvtal. Kurvor över pumpverkningsgrader vid olika varvtal ska redovisas.
15. Uppgifter om verkningsgrader för motor och för eventuell varvtalsreglerutrustning vid 1/4, 1/2, 3/4 och 1/1 last.
16. Utförande och montage.

Utförande:

- Lagringen placerad nära pumphjulet.
- Enkla ingrepp för att byta pumphjul, motor och lagring.
- Förberedd för mätningar av lagertemperatur och vibrationer.
- SS EN 60034-14 ska användas som underlag för vibrationsbedömningar med angivande av vibrationsdata och erforderliga garantier.

Montagesätt:

- Pump och motor ska båda fixeras i minst tre punkter till en platta som är robust och där anläggningsytan för pump och motor är planfräst. Möjlighet ska finnas att få plattan utförd i syrafast material (alternativt belagd med kompositmaterial). Ange måttnoggrannheten för håldelningen på pump- och motorplattan. Kraven bör motsvara SS-EN ISO 22768-1, se figur 8.
 - Plattan ska ha minst åtta fästpunkter mot betongfundamentet.
 - Kraftiga klackar med fingängade justerskruvor ska finnas för att justera motorn i sid- och djupled, se figur 8.
 - Uppriktning pump-motor ska göras så att ingen mellanaxel krävs.
 - Vid remdrift: hydraulisk remspänning.
17. Röranslutningar: ange hur rördragningen före inloppet till pumpen ska utföras för att undvika kavitationsskador. Inloppssidan kan beläggas med kompositmaterial för bättre motståndskraft mot sådana skador.
 18. Övrigt: krav på märkplåt med angivelse av lagringstyp, smörjmängd, smörjintervall och kritiska varvtal.



Figur 8. Fundamentplatta. Principiellt utförande.



Referenser

1. Kalkylera med LCCenergi, utgåva 2, Industrilitteratur (2004).
2. Högeffektiva elmotorer, Energimyndigheten (2005).
3. SS-EN ISO 5199 Pumpar – Tekniska specifikationer för centrifugalpumpar – Klass II (2002).
4. SSG 7355 Centrifugalpumpar. Rekommendationer för val av material och axeltätningssarrangemang (ersätter SSG 1355).
5. SS-EN 60034-14 Roterande elektriska maskiner – Del 14: Mekaniska vibrationer hos vissa maskiner med axelhöjd större än 56 mm – Mätmetoder, bedömning och gränsvärden (2004).
6. SS-EN 50347 Roterande elektriska maskiner – Märkeffekter och mått för trefas asynkronmotorer – Axelhöjd 56 till 315 och flänsstorlek 65 till 740 (2001).
7. SS-EN 22768-1 Toleranser – Generella toleranser – Del 1: Toleranser för linjära mått och vinkelmått utan direkta toleransangivelser (1993).
8. Study on improving the energy efficiency of pumps, European Commission, DG TREN (februari 2001).
9. Improving Pumping System Performance: A Sourcebook for Industry, US Department of Energy (1999).

Mer information

Energirådgivare

Diskutera gärna ditt företags energisituation med kommunens energirådgivare. De ger opartisk och lokalt anpassad information och rådgivning till allmänheten, organisationer samt små- och medelstora företag. Kontaktuppgifter till alla kommunala energirådgivare och regionala energikontor finns på Energimyndighetens webbplats www.stem.se.

Energimyndigheten

Energimyndigheten ska verka för en effektiv och hållbar energianvändning med låg negativ inverkan på hälsa, miljö och klimat. På myndighetens webbplats www.stem.se finns information om energieffektivisering för företag, till exempel fler krav vid upphandlingar av olika energiförbrukande system.

Krav på pumpar

Driftkostnaden för en pumpanläggning är upp till tio gånger högre än investeringskostnaden, sett till anläggningens hela livslängd.

När du handlar upp ett nytt system har du en unik möjlighet att påverka energiförbrukningen och därmed driftkostnaden under alla år som det är i bruk.

Denna broschyr innehåller krav du kan ställa vid en upphandling samt information om hur du uppnår en energieffektiv och genomtänkt systemlösning.

Broschyrserien omfattar hittills:

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

Alla trycksaker kan beställas via Energimyndighetens publikationsservice:

Energimyndigheten
Förlaget
Box 310
631 04 Eskilstuna
Telefon: 016-544 20 00
Telefax: 016-544 22 59
E-post: forlaget@stem.se

De finns även för nedladdning i PDF-format på Energimyndighetens webbplats www.stem.se.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Tel. 016-544 20 00, Fax. 016-544 20 99, www.stem.se