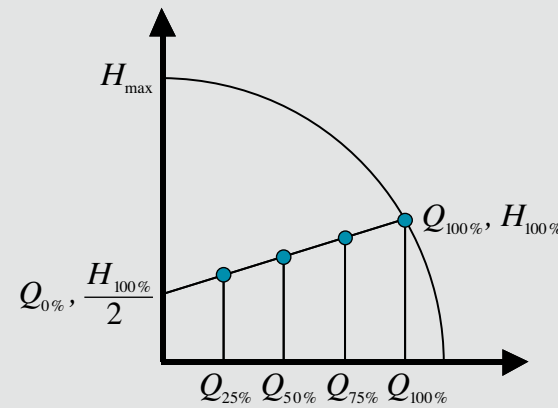


# Udvikling af energiklassificeringsgrundlag for tørløbere

- Mål pumpen ved maksimal ydelse.
- Find det punkt hvor  $Q \cdot H$  er maksimal jf. EN 1151-1. Her defineres  $Q_{100\%}$  og  $H_{100\%}$ .
- Beregn den hydrauliske effekt  $P_{hyd}$  i dette punkt.
- Beregn referenceeffekten i dette punkt

$$P_{ref} = 1.34 \cdot P_{hyd} + 660 \cdot \left(1 - e^{-\frac{P_{hyd}}{300}}\right)$$

- Definer reference kontrol kurven som den lige linie mellem  $(Q_{100\%}, H_{100\%})$  og  $(Q_{50\%}, \frac{H_{100\%}}{2})$



- Udvælg en pumpeindstilling (frit valg) således at kurven rammer det for valgte punkt  $Q \cdot H$

- Mål  $P_L$  og  $H$  ved følgende flow:

$$Q_{0\%} = 0.75 \cdot Q_{100\%}, 0.5 \cdot Q_{100\%}, 0.25 \cdot Q_{100\%}$$

$$P_L = \frac{H_{ref}}{H_{max}} \cdot P_{1,max}, \text{ if } H_{max} \leq H_{ref}$$

- Beregn ved disse flow:

$$P_L = P_{1,max}, \text{ if } H_{max} > H_{ref}$$

Hvor  $H_{ref}$  er løfthøjden på reference kontrol kurven ved de forskellige flow.

- Beregn det vægtede "blåe ångel" effektoptag  $P_{L,avg}$  som:

$$P_{L,avg} = 0.006 \cdot P_{1,max,100\%} + 0.15 \cdot P_{1,max,75\%} + 0.35 \cdot P_{1,max,50\%} + 0.44 \cdot P_{1,max,25\%}$$

- Beregn EEI indekset:

$$EEI = \frac{P_{L,avg}}{P_{ref}}$$

## Mærkning af tørløbere til varmeanlæg – Metode A

- I punktet (BPE) noteres flowet  $Q$  [m<sup>3</sup>/h], differensstrykket  $H$  [mVs], omdrejningsstallet  $n$  [rpm], den hydrauliske effekt og akseffekten for motoren.
- Nu beregnes den generelle forventede virkningsgrad jf. FEJLI HENVISNINGSKILDE IKKE FUNDET. Vi har udledt et 3. grads regressionsudtryk til dette formål, se formel (1).
- Beregn det specifikke omdrejningstal, se formel (2).

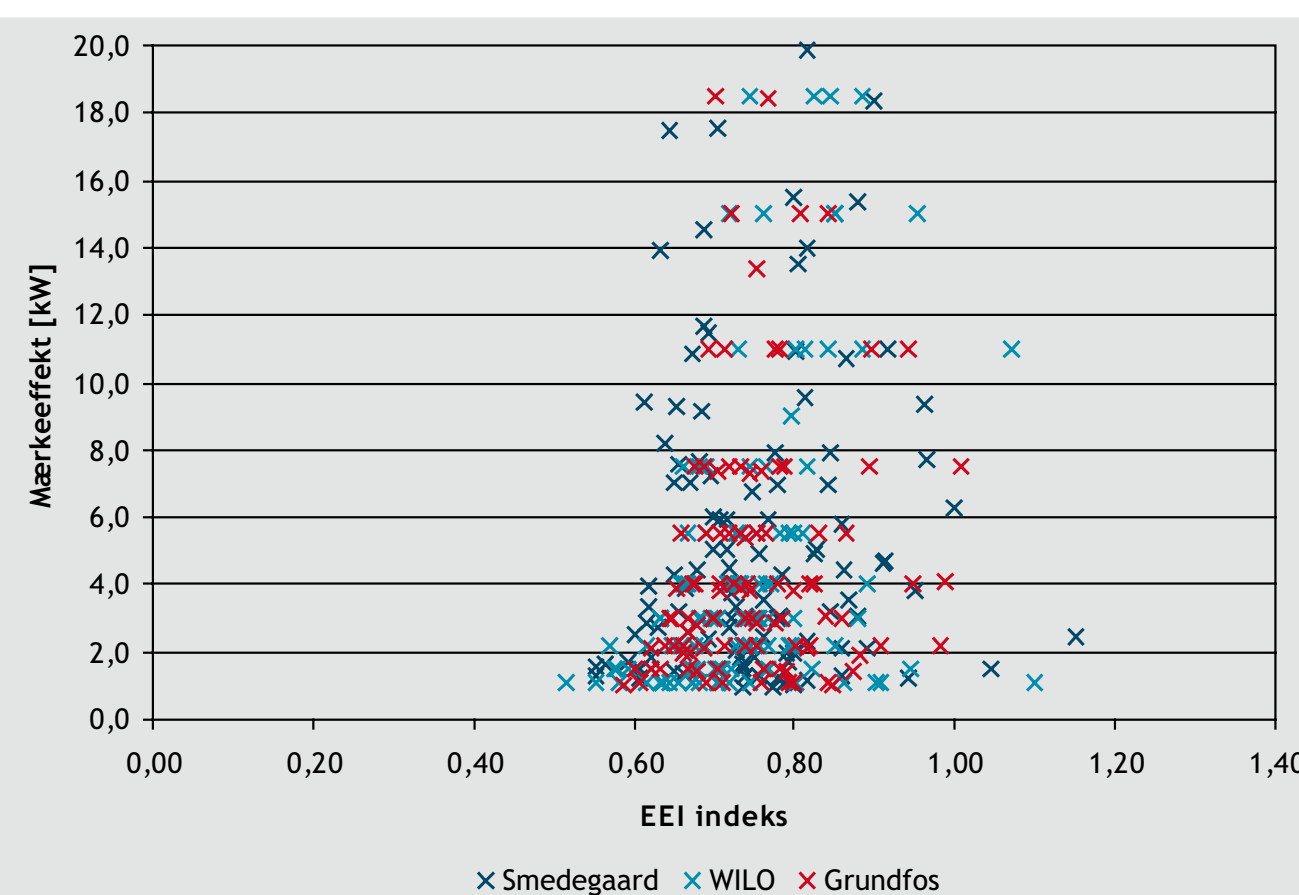
$$N_{specifik} = \frac{rpm \cdot \sqrt{m^3/h}}{H^{0.75}}$$

- Beregn en korrektion til den forventede virkningsgrad: "C" - faktoren, se formel (3).

$$C = 48 \cdot (\log(\frac{N_{spec.}}{2650}))^2$$

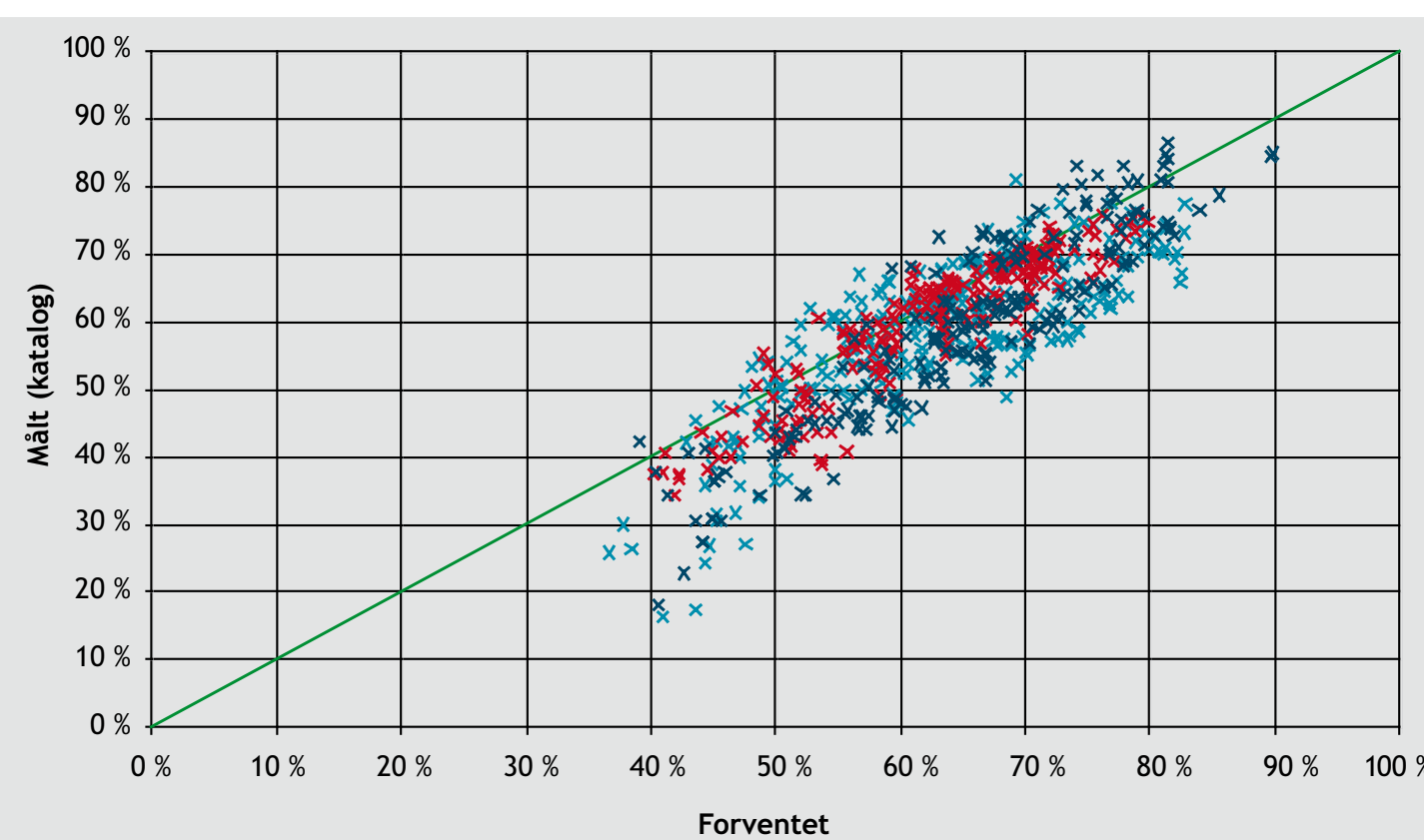
- Beregn den forventede (middel) motorvirkningsgrad for en gennemsnitsmotor. Som gennemsnit for 2- og 4-poledede motorer er (4) udledt ved mindste kvadraters metode.
- Bestem den forventede middelvirkningsgrad for pumper med samme specifikke omdrejningstal og samme flow af punkterne 2, 4 og 5.
- Sammenlign den aktuelle pumpe mlt virkningsgrad totalvirkningsgrad i BPE med den i pkt. 4 udregnede. 7 Ligger den over det en god pumpe, ligger den under er det en dårlig pumpe ifølge den udledte "middelpumpe" jf. SAVE.
- I en dimensioneringsituation kan formelen for optimalt omløbstal (6) ligeledes anvendes. Sammenholder man det optimale omdrejningstal med det aktuelle, kan det bruges til at bedømme om en aktuelt valgt pumpe er af korrekt type. Hvis det aktuelle omdrejningstal er langt fra det optimale bør man se på den anden type pumpe.

## Mærkning af tørløbere generelt – Metode B



## Et spænd i EEI-indeks

Kurven viser et spænd i EEI-indeks fra 0,6 til 1,0 for hovedparten af pumperne. En mærkningsordning/positivliste vil givet bevirke, at flere solgte pumper vil befinde sig i området med et EEI-indeks mellem 0,6 og 0,7. Det vurderes konservativt at metode A fuldt implementeret vil resultere i 15 % besparelse på elforbruget for tørløber-pumper anvendt i varmeanlæg.



## Pumper på positivlisten

Kurven viser, hvorledes pumper vurderet efter metode B (600 stk.) fordeler sig på hver side af den fuldt optrukne kriterielinie for at være på positivlisten - som i viste tilfælde er lagt, så 25 % af markedet kan være på listen. Kurven viser også, hvordan der er stor spredning, hvad angår pumpernes totale virkningsgrad. Forskellen - "bredden på skyen" - er i store dele af området 15-20 procentpoint.

### Baggrund:

Der har gennem flere år været fokus på elforbruget til pumpe drift i Danmark. Der er etableret en frivillig positivliste for mindre pumper. Men der var endnu ikke udviklet en positivliste for pumper til store anlæg.

### Målsætning:

Målet var at skabe grundlaget for en klassificering af - i første omgang - over 600 pumper af tørløbertypen i Danmark, markedsført af henholdsvis Grundfos, Wilo og Smedegaard. Men det er også projektgruppens ambition at markere dansk forskning og udvikling på pumpeområdet internationalt.

Projektgruppen ønskede at udvikle grundlaget for en mærkningsprocedure af tørløbere, der ikke kan klassificeres på samme måde som vådløbere, hvis der skal være grundlag for uvildig sammenligning af energieffektivitet. Tørløbere har mange forskellige arbejdsopgaver, og ydelsen kan derfor ikke som med vådløbere bestemmes af variation på udetemperaturen og fire forskellige belastningspunkter. Men skal vurderes ud fra et nominelt belastningspunkt, afhængig af anvendelsen.

### Relevans:

Pumpe drift i Danmark udgør ca. 7 % af elforbruget i den private, offentlige og industrielle sektor.

En tørløberpumpe er en større pumpe, hvor pumpe og motor er to separate komponenter samlet via akslen. Tørløbere har imidlertid meget bredere og videre arbejdsopgaver - eksempelvis i større varmeanlæg, spildevandsanlæg, vandværker, kølevandsanlæg, svømmehaller m.v. Og de tegner sig for 1400 GWh af forbruget, mod vådløbernes 1000 GWh årligt.

### Resultater:

Det er lykkedes at udvikle 2 klassificeringsmetoder for tørløberpumper. Desuden er metoderne implementeret for 600 pumper på det danske marked i et udviklet Excel-værktøj.

Værktøjet er udformet, så det er enkelt at flytte grænserne for, hvornår en pumpe kan gøre sig fortjent til at være på en positivliste, som baserer sig på de nye klassificerings-kriterier.

Forudsættes kortlægningen af tørløberanvendelsen (1400 GWh), jævnt salg i dag, samt at man rent faktisk kan skubbe anvendelsen over mod de mere effektive pumper med positivlister, mærkning mv. - ja så vil der rent faktisk kunne realiseres en besparelse i størrelsesordenen 15 % - hvilket vil svare til årlige ca. 200 GWh - udelukkende ved at købe fornuftigt ind, når der købes en ny pumpe.

Dertil kommer jo alle besparelserne i form af reducerede tryktab, ændrede styringer mv.

Kortlægningen viser endvidere, at skal der prioriteres mellem metode A og B, så er det metode B beregnet til industrielle pumper, der klart er at foretrække. Alene indenfor den industrielle sektor er påpeget et potentiale på ca. 120 GWh ved at indføre en mærkning/positivliste udført som beskrevet i projektet.

### Realisering:

Projektet er gennemført som et samarbejde mellem Teknologisk Institut, Industri og Energi og 3 pumpeudbydere, Grundfos, Smedegaard og Wilo. Både Grundfos og Smedegaard havde tidligere været involveret i arbejdet i EUROPUMP og kunne derfor bidrage væsentligt til arbejdet med udvikling af de nye mærkningsmetoder.

### Udbredelse:

Projektet er så gennemarbejdet, at det er køreklart til klassificering af tørløbere i EU regi. Det er en ny, relevant måde at sammenligne pumper på, som tager højde for forskellige krav til virkningsgrad alt efter nødvendigt nominelt arbejds punkt i form af trykfyldelse og flow.

Det tager i øvrigt også udgangspunkt i arbejde udført i europæisk Europump-regi og andre europæiske erfaringer og referencer, så anvendelsen begrænser sig ikke kun til Danmark. Derfor har projektet da også fået international bevågenhed - bl.a. på EU Kommissionens 5. Eemods konference i Beijing i juni 2007. ovement the energy efficiency of pumps.

