

PSO 2005 - FORSKNING & UDVIKLING I EFFEKTIV ENERGIANVENDELSE

Energiklassificering af tørløbere



Udvikling af et objektivi vurderingsgrundlag for pumper af tørløbertypen, så de kan sammenlignes energimæssigt på linie med pumper af vådløbertypen



danskenergi | elforsk

RESUMÉ:

Der har allerede gennem flere år været fokus på elforbruget til pumpe-drift i Danmark, som udgør ca. 7 % af elforbruget i den private, offentlige og industrielle sektor. Man har etableret en frivillig positivliste – www.sparepumpe.dk – som primært tager hånd om pumper af vådløbertypen til opvarmning. Dem, som findes i ethvert parcelhus og mindre anlæg. Listen baserer sig på et såkaldt EEI-tal, som beskriver en pumpes elforbrug set over et år, hvor der tages højde for, at der er brug for mindre flow i perioder – alt efter temperaturen udendørs. Metoden er udviklet i regi af Euro-pump og dermed tilsluttet af en række europæiske pumpeproducenter.

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. Den meget varierede anvendelse bevirker, at ovennævnte metode med EEI-tallet ikke giver nogen mening som energiklassificeringsinstrument for denne pumpe type (dog kan tørløbere anvendt i varmeanlæg godt klassificeres efter EEI-metoden udviklet til lidt større skala).

Projektgruppen ønskede derfor at udvikle grundlaget for en mærknings-procedure af tørløbere, der kan danne 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.

MÅLSÆTNING:

Med udgangspunkt i allerede udførte arbejder for pumper af vådløbertypen under EUROPUMP og udviklingsprojekt omhandlende tørløber pumper udført af Darmstadt Universitet m.fl. under EU's SAVE program valgte projektgruppen at udvikle to typer mærkningsprocedurer for tørløbere – kaldet metode A og B: A for pumper i varmeanlæg, som er en videreudvikling af vådløberordningen, men dækker betydeligt større pumper. Og B for alle andre tørløbere, som udelukkende kan vurderes og sammenlignes objektivt ud fra pumpeens virkningsgrad i bedste drifts-punkt.

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 klart også projektgrup-pens ambition at markere dansk forskning og udvikling på pumpeområdet internationalt.

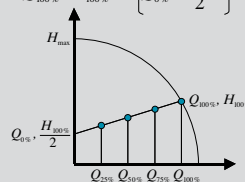
PROCESSEN:

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.

TØRLØBERNE TEGNER SIG FOR OVER HALVDELEN AF ELFORBRUGET TIL PUMPNING – DERFOR SKAL DER FINDES EN MÆRKNINGSORDNING

FIGUR NR. 1

1. Mål pumpe med maksimal ydelse.
2. Find det punkt hvor $Q \cdot H$ er maksimal jf. EN 1151-1.
Her defineres $Q_{100\%}$ og $H_{100\%}$.
3. Beregn den hydrauliske effekt P_{hyd} i dette punkt.
4. Beregn referenceeffekten i dette punkt
$$P_{\text{ref}} = 1.34 \cdot P_{\text{hyd}} + 660 \cdot \left[1 - e^{-\frac{P_{\text{hyd}}}{500}} \right]$$
5. Definer reference kontrol kurven som den lige linie mellem $(Q_{100\%}, H_{100\%})$ og $(Q_{0\%}, \frac{H_{100\%}}{2})$



6. Udvælg en pumpeindstilling (frit valg) således at kurven rammer det før valgte punkt $Q \cdot H$

7. Mål P_1 og H ved følgende flow:

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

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

8. Beregn ved disse flow:

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

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

9. Beregn det vægtede "blåe ångel" effektoptag $P_{L,\text{avg}}$ som:

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

10. Beregn EEI indekset:

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

Mærkning af tørløbere til varmeanlæg – Metode A

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.

FIGUR NR.2

1. I punktet (BPE) noteres flowet Q [m^3/h], differenstrykket H [mVs], omdrejningstallet n [rpm], den hydrauliske effekt og akseeffekten for motoren.
2. Nu beregnes den generelle forventede virkningsgrad jf. FEJL! HENVISNINGSKILDE IKKE FUNDET. Vi har udledt et 3. grads regressionsudtryk til dette formål, se formel (1).
3. Beregn det specifikke omdrejningstal, se formel (2).

$$N_{\text{specifik}} = \frac{rpm \cdot \sqrt{m^3/h}}{H^{0,75}}$$

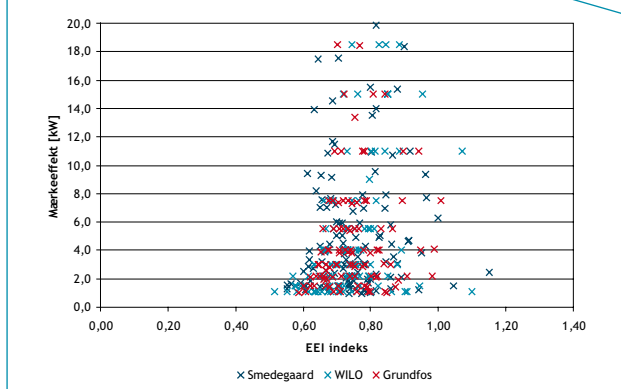
4. Beregn en korrektion til den forventede virkningsgrad: "C" - faktoren, se formel (3).

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

5. Beregn den forventede (middel) motorvirkningsgrad for en gennemsnitsmotor. Som gennemsnit for 2- og 4-polede motorer er (4) udledt ved mindste kvadraters metode.
6. Bestem den forventede middelvirkningsgrad for pumper med samme specifikke omdrejningstal og samme flow af punkterne 2, 4 og 5.
7. Sammenlign den aktuelle pumpe målte virkningsgrad totalvirkningsgrad i BPE med den i pkt. 6 udregnede. 7 Ligger den over det en god pumpe, ligger den under det en dårlig pumpe ifølge den udledte "middelpumpe" jf. SAVE.
8. I en dimensioneringssituation 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 en anden type pumpe.

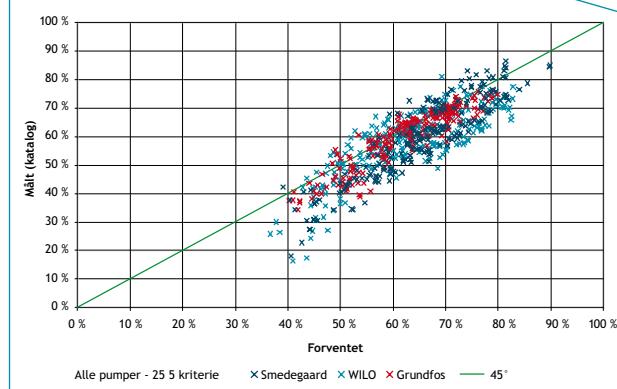
Mærkning af tørløbere generelt – Metode B

FIGUR NR.3



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.

FIGUR NR. 4



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.

KONKLUSION:

Projektet har vist det muligt at udvikle et objektivt grundlag til klassificering af tørløber-pumper ud fra energimæssig effektivitet.

Metoderne er udviklet med skelen til udførte europæiske arbejder sådan, at en større involvering af pumpebranchen kan ske ud fra et grundlag, som alle leverandører til en vis grad kender i forvejen.

Arbejdet har allerede nu resulteret i, at en betydelig del af pumperne på det danske marked er indtastet i en fælles database, som giver et godt overblik og bekræfter hypotesen om, at der er en kraftig spredning produkterne imellem, hvad angår energieffektivitet. Med andre ord, kan det virkelig gavne med en energimærkning/positivliste.

PROJEKTET ER KØREKLART TIL AT LAVE EN KLASSIFICERING – OGSÅ I EU REGI

ANBEFALINGER FOR VIDERE ANVENDELSE AF FORSKNINGRESULTATERNE

HVAD KAN PROJEKTET BRUGES TIL?

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 trykylde og flow.

EFFEKT:

Tabellen nedenfor viser anvendelsen af pumper i Danmark. Ud fra en spredt vifte af datakilder er den samlede pumpeanvendelse (tørløbere og vådløbere) vurderet i forskellige brancher.

Fabrikterne – de i dette projekt involverede – har opgivet salgsforholdet mellem vådløbere og tørløbere (omsætning og/eller stk.tal), og på den måde kan tørløberanvendelsen konstrueres.

Forudsættes kortlægningen af tørløberanvendelsen (1400 GWh), jævnt salg som i dag, samt at man rent faktisk kan skubbe anvendelsen over mod de mere effektive pumper med positivlister, mærkning mv. – ja så vil

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. overment the energy efficiency of pumps.

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 efter retningslinier som beskrevet i projektet.

Sektor	Anvendelse	1 TL/VL [0-1]	2 Total El [GWh]	3 Pmp El [GWh]	4 E - TL [GWh]	5 E - VL [GWh]	6 Pot A [GWh]	7 Pot B [GWh]
Bolig	Etage - vrm	10/90		25	2,5	22,5	0,4	0,4
	Etage - bv	0/100		5	0	5		0,0
	Øvrige	0/100		595	0	595		0,0
	I alt BO		10300	625	2,5	622,5	0,4	0,4
Landbrug	HVAC	0/100		30	0	30		0,0
	Øvrige	90/10		270	243	27		36,5
	I alt LB		2000	300	243	57	0,0	36,5
H&S	HVAC	0/100		40	0	40		0,0
	Vrm	10/90		144	14,4	129,6	2,2	2,2
	brugsvand	0/100		16	0	16		0,0
	I alt HS		6800	200	14,4	185,6	2,2	2,2
Industri	små N&N	67/33		35	23,45	11,55		3,5
	øvrige N&N	100/0	2300	205	205	0		30,8
	små J&M	67/33		10	6,7	3,3		1,0
	øvrige J&M	100/0	2300	55	55	0		8,3
	små Kemi	67/33		45	30,15	14,85		4,5
	øvrige Kemi	100/0	2300	245	245	0		36,8
	små Andet	67/33		40	26,8	13,2		4,0
	øvrige Andet	100/0	2700	220	220	0		33,0
	I alt IND		9600	855	812,1	42,9		121,8
	Offentlig	Energiforsyning	100/0	500	75	75	0	5,6
Spildevand		100/0	1000	250	250	0		37,5
Sundhed		50/50	500	25	12,5	12,5	1,9	1,9
Institutioner		0/100	900	30	0	30		0,0
Administration		0/100	400	30	0	30		0,0
Andet			900	20	0	20		0,0
I alt OFF			4200	430	337,5	92,5	7,5	50,6
I alt				32900	2410	1409,5	1000,5	10,0

1: Markedets fordeling på tørløbere/vådløbere – (TL/VL). 2: Samlede årlige elforbrug. 3: Samlede årlige elforbrug til pumper. 4: Opdeling i tørløbere. 5: Opdeling i vådløbere. 6: Besparelspotentiale for tørløbere ved metode A. 7: Besparelspotentiale for tørløbere ved metode B

WWW.ELFORSK.DK

KONTAKTPERSON:

Hans Andersen
Teknologisk Institut
Gregersensvej
2630 Taastrup

E-mail: hans.andersen@teknologisk.dk
Telefon: 72 20 25 31
Web: www.teknologisk.dk

PROJEKT:

Titel: Udvikling af energiklassificeringsgrundlag for tørløbere
Nr.: 337-081
PSO Program 2005
Budget: 794.000 kr., heraf 499.000 kr.
i tilskud fra ELFOR
Tidsplan: 01.01.2005 – 31.12.2005

PROGRAMKOORDINATOR:

Forskningskoordinator Jørn Borup Jensen
Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frederiksberg C

E-mail: jbj@danskenergi.dk
Telefon: 35 300 934
www.elforsk.dk