

Optimering af vakuum- og overtrykssystemer

Der findes betragtelige muligheder for energieffektivisering af vakuumsystemer. Disse muligheder kan realiseres gennem behovstilpassede tilgange til systemerne samt anvendelse af energieffektive komponenter og reguleringsmetoder. Erfaringer fra undersøgelser på området viser, at der i mange tilfælde kan realiseres et potentiale på 40 – 50 % set i forhold til konventionelle systemer.

Af seniorspecialist Claus Martin Hvenegaard, Center for Energieffektivisering & Ventilation, Teknologisk Institut, Taastrup, cmh@teknologisk.dk

Af den senest offentliggjort energikortlægning¹ for erhvervslivet fremgår, at det samlede elforbrug er 16.067 GWh, hvoraf 820 GWh anvendes til blæsere. Med baggrund i erfaringer fra dansk industri vurderes det, at ca. 12–15% af dette elforbrug anvendes til vakuumsystemer og højtryksblæsere, svarende til et årligt elforbrug på ca. 110 GWh.

Industriens årlige energiforbrug til trykluft udgør 854 GWh. Det vurderes, at ca. halvdelen af dette forbrug, svarende til 427 GWh, anvendes til dyser.

Det samlede mulige besparelspotentiale til vakuumsystemer forventes at udgøre 25% af forbruget, svarende til ca. 28 GWh. Det vurderes desuden at ca. 19% af trykluftforbruget til dyser vil kunne spares ved anvendelse af højtryksblæsere svarende til 81 GWh.

Det samlede besparelspotentiale ved optimering af vakuum- og overtrykssystemer udgør derfor ca. 109 GWh.

For at kunne realisere dette store energibesparelspotentiale er det nødvendigt at have et velegnet optimeringsværktøj og en vejledning for energibevidst design af vakuum- og overtrykssystemer, der understøttes af optimeringsværktøjet.

I projektet er der udviklet et værktøj til behovsoptimering af vakuum- og overtrykssystemer baseret på nyeste viden om drift af vakuum- og overtrykspumper, reguleringsformer m.m.

Ved udviklingen af værktøjet er der opstillet matematiske udtryk for vakuumpumper og højtryksblæsere på baggrund af data fra datablade eller ydelseskurver.

Der er udviklet en avanceret energiberegnerdel, der kan håndtere de forskellige reguleringsformer, der benyttes i før og efter situationen, og på baggrund heraf beregnes optimeringsmulighederne. I beregningsværktøjet inddrages energieffektiviseringsmulighederne for både vakuumpumpe eller højtryksblæser, forbrugsstederne og det øvrige vakuum eller overtrykssystem, så der foretages en samlet, komplet energioptimering.



I projektet er der udviklet en vejledning for energibevidst design af vakuum- og overtrykssystemer, der understøttes af ovennævnte optimeringsværktøj, hvor der tages udgangspunkt i

hvordan virksomhedernes behov for en driftssikker og energioptimal vakuum- og overtryksforsyning tilgodeses.

Designvejledningen giver retningslinjer for valg af vakuumpumper, højtryksblæsere, motorer, regulering m.m.

Desuden beskrives hvordan eksisterende vakuum- og overtrykssystemer undersøges med det formål at tilvejebringe data til designværktøjet, så det er muligt at anvende værktøjet til estimering af energibesparelsen ved energioptimering.



I beregningsværktøjet skal man til at starte med vælge om der er tale om en tør eller våd proces. Dette har betydning for, hvilke typer pumper, der kan vælges.

Desuden skal man vælge det laveste tryk og det højeste flow, der vil kunne forekomme i vakuumsystemet.

Når disse parametre er valgt, får man en liste med de typer pumper og pumpestørrelser, der kan vælges.

Når pumpetypen og -størrelsen er valgt, får man automatisk valgt en asynkronmotor i den nødvendige størrelse.

Når elmotoren er valgt, skal man indlæse en varigheds-kurve, som viser samhørende værdier for driftstid, flow og tryk.

Data kan enten indtastes manuelt eller man kan hente data fra en tekstfil. I tabellen med varigheds-kurven vises flowet og trykket ved 50 Hz til information for den valgte pumpe. Desuden vises den beregnede motorhastighed ved de fastsatte flow og tryk til information.

Når man klikker på "Calculate" foretager værktøjet beregninger af elforbrug ved de forskellige reguleringsformer.

00A - Vacuum Calc v. JKI 11.vi

TEKNOLOGISK INSTITUT
DTI-VacuumsCalc ver. 1.0

Load duration curve:

Hours/year	500	5000	2000	0	0	0
Flow [m3/h]	520	335	35	0	0	0
Dim. Pressure [mbar]	10	10	10	0	0	0
50Hz Flow [m3/h]	520,2	520,2	520,2	0	0	0
50Hz Pressure [mbar]	10	0,1675	0,057	0	0	0
Calculated speed [rpm]	1500	1208	900	0	0	0

Get data
Save as
Manual input

Calculate Report Start over End

Elektromechanical input Arrays & results Graph

V1: Control by False air V1 - Total [kWh] 83070

V1 Flows	V1 Pressures	Isentropic powers V1	V1 Shaft powers	V1 Input powers	V1 rpm's	V1 kWh
520,2	10	0,67	10,00	11,08	1483,0	5538
520,2	10	0,67	10,00	11,08	1483,0	55380
520,2	10	0,67	10,00	11,08	1483,0	22152
0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0
0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0
0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0

V2: Control by Throttling V2 - Total [kWh] 72644

V2 Flows	V2 Pressures	Isentropic powers V2	V2 Shaft powers	V1 Input powers	V2 rpm's	V2 kWh
520	10	0,67	10,00	11,08	1483,0	5539
335	0,17	0,01	8,31	9,25	1485,7	46271
35	0,06	0,00	9,39	10,42	1484,0	20834
0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0
0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0
0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0

V3: Control by cascade, smaller units V3 - Total [kWh] 63064
Forced VSD

No.	V3 Flows	V3 Pressures	Isentropic powers V3	V3 Shaft power sum	V3 Input power sum	V3 rpm's	V3 kWh
2	260	10	0,67	9,54	11,04	1375,2	5518
2	167,5	10	0,43	8,40	9,79	1196,0	48937
1	35	10	0,04	3,65	4,30	985,6	8609
0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0
0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0
0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0

V4: Control by VSD regulation V4 - Total [kWh] 73781
Forced VSD

V4 Flows	V4 Pressures	Isentropic powers V4	V4 Shaft powers	V4 Input powers	V4 rpm's	V4 kWh
520	10	0,67	10,14	11,37	1499,7	5683
335	10	0,43	8,78	9,92	1207,9	49613
35	10	0,04	8,00	9,24	900,0	18485
0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0
0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0
0	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0

Projektets resultat gøres tilgængeligt fra Teknologisk Institut's hjemmeside, og der inviteres til et møde, hvor interesserede kan få værktøjet demonstreret og udleveret.

Der er publiceret tre artikler i ELFORSK Nyt om projektet gennem projektperioden, hvor resultaterne er præsenteret.

Værktøjet er oversat til engelsk og lagt til fri download på hjemmesiden for 4E EMSA som Teknologisk Institut er en del af. Her ligger i forvejen værktøjet til systemoptimering og værktøjet til optimering af hydrauliksystemer.

Projektet vil endelig blive præsenteret på den 12. internationale konference vedr. energiefektivisering af motordrevne maskinsystemer EEMODS 2024, som finder sted i Lucern, Schweiz i september 2024.

Projektet blev finansieret af ELFORSK programmet og blev udført fra 1. maj 2020 til 31. december 2022. Følgende virksomheder deltog: Teknologisk Institut, AURA Rådgivning A/S, Busch Vakuumenteknik A/S, Skjern Paper A/S og Berry Superfos A/S.

Værktøjet kan downloades her:

<https://www.motorsystems.org/motor-systems-tool>