

# OPTIMERING AF VÆSKEKOBLEDE BATTERIER - KOMONENTUDVIKLING OG DIMENSIONERINGSVÆRKTØJ.

PROJEKT NR. 346-009

## ØGET EFFEKTIVITET I VENTILATIONSANLÆG MED VÆSKEKOBLEDE BATTERIER.

Nye værktøjer gør det muligt at optimere anvendelsen af varmegenvinding ud fra energiforbrug og driftsøkonomi for en given situation hos kunden.



Effektiviteten af varmegenvindingen i et ventilationsanlæg har afgørende betydning for varme-  
forbruget. Selv en moderat effektivitetsforøgelse fra 45 % til 55 % vil være rentabel.

Store dele af industrien anvender stadig væskekoblede batterier til varmegenvinding i ventilationsanlæg på grund af krav om, at indblæsningsluften ikke må forurennes af afkastluften. Effektiviteten af disse batterier er ofte dårlig, helt ned til 30 % og sjældent højere end 55 %. Effektiviteten kan øges, så den er på højde med krydsvekslere og roterende vekslere, det vil dog have betydning for tryktabet og dermed elforbruget.

I projektet er der udviklet et dimensioneringsværktøj, et værktøj til performancetest samt

styringskoncept med det mål at optimere systemvirkningsgraden, dvs. lavest muligt energiforbrug og minimering af driftsøkonomierne.

Dimensioneringsværktøjet kan håndtere krydsvarmevekslere, roterende vekslere og væskekoblede vekslere. Med værktøjet kan der ved indtastning af parametre som luftmængder, totale trykstigninger samt indblæsnings- og udsugningstemperaturer foretages beregninger af totaløkonomien (LCC) ved forskellige løsninger.

Værktøj til performancetest kan anvendes ved optimering af både nye og eksisterende væskekoblede batterier. På baggrund af luftmængderne og tilgangstemperaturerne på indblæsnings- og afkastsiden er det muligt at optimere flowet i mellemkredsen samt at beregne om fladearealet i det væskekoblede batteri er optimalt. Desuden kan det kontrolleres, om ydelsen af og tryktabene i det væskekoblede batteri stemmer overens med leverandørens datablad, selvom den faktiske drift ikke er som anført i databladet.

Det nye styringskoncept for væskekoblede batteriers mellemkreds sikrer optimal systemvirkningsgrad under alle driftskonditioner.

Værktøjerne er testet ved cases hos Haldor Topsøe A/S og Danfoss Nordborg. De anvendes nu som en del af Teknologisk Instituts kurser indenfor ventilationsteknik, ligesom de er gennemgået på kursus for Energisynskonsulenter. De er desuden tilgængelige på elforsk.dk og ved henvendelse til Teknologisk Institut.

Branche	Rumvarme forbrug, i alt [TJ]	Potentiale for væskekoblede batterier [TJ]
Hospitaler	2.669	850
Forskningsinstitutioner	268	98
Træindustri	860	110
Møbelindustri	1.136	291
Trykkerier	515	185
Medicinalindustri	1.133	331
Fremstilling af gummiprodukter m.v.	613	234
Fremstilling af elektriske maskiner m.v.	641	99
Handel med biler, autoreparation, servicestationer	1.620	159
Hotel- og restaurationsvirksomhed m.v.	3.247	239
<b>I alt</b>	<b>12.702</b>	<b>2.596</b>

Oversigt over potentialet for væskekoblede batterier udspecificeret på de 10 væsentligste brancher.

Økonomi	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Virkningsgrad varmegenvinding [%]	70,2	78,4	80,4
Varmeforbrug [MWh/år]	380,9	276,3	250,5
Elforbrug [kWh/år]	23.677	35.515	41.434
Økonomi [kr./år]	333.166	263.697	250.117
Investering [kr.]	91.764	98.563	101.972
Levetid [år]	15	15	15
LCC [kr.]	5.069.249	4.054.027	3.649.790

Dimensioneringsværktøj. På baggrund af økonomi, investering, levetid og økonomiske faktorer beregnes totaløkonomien (LCC) for tre forskellige løsninger. I eksemplet har alternativ tre den laveste totalomkostning.

Performancetest. Værktøjet består af to faner, hvor der i det ene indtastes værdier fra fladernes datablad og i det andet de værdier, der måles under performancetesten af det væskekoblede batteri.

	Afkast	Indblæsning
Luftmængde [m³/h]	25.189	28.465
$\Delta T_{\text{varmegenvinding}}$ [K]	6,915	6,915
UA [W/K]	43.502	43.502
Lufttemperatur [°C]	23,3	5,4
Antal slag [1]	18	18
Tryktab [Pa]	97	97
Tryktab [Pa]	97	97
Demister [kg/m³]	1,189	1,264
$C_{\text{p,luft}}$ [W/K]	8,318	9,997
$C_{\text{p,væske}}$ [W/K]	11,007	11,007
$\eta_{\text{eff}}$ [-]	0,95	4,17
$\eta_{\text{eff,UA}}$ [-]	5,23	4,59
$C_{\text{p,væske}}$ [W/K]	1,15	1,15
Effektivitet [1]	0,95	0,95
Effektivitet [1]	0,95	0,95
$\Delta T$ [°C]	0,95	0,95
Samlet effektivitet [1]	0,95	0,95
Samlet effektivitet [1]	0,95	0,95
Temperatur [°C]	0,95	0,95
Flow [m³/h]	0,95	0,95
Flow i mellemkreds [m³/h]	35,5	35,5
Temperatur [°C]	0,95	0,95
Temperatur [°C]	0,95	0,95

**Vejledning**

- Der skal indtastes værdier i feltene med røde tal for luftflow (m³/h) og temperaturer.
- Hvis der er etableret supplerende væskeløbere i serie (eller tværs) indtastes den forholdsmæssige størrelse (fx 1).
- Hvis der er etableret supplerende væskeløbere i parallel (altså flere af tværs) indtastes den forholdsmæssige størrelse (fx 1).

**Performancetest**

- Effektivitet af varmeveksler: Sammenlign de faktisk målte  $T_{\text{eff}}$  og  $T_{\text{eff,UA}}$  med de værdier der er i diagrammet. Hvis den faktisk målte  $T_{\text{eff}}$  er lavere end den beregnede værdi i diagrammet, og den faktisk målte  $T_{\text{eff,UA}}$  er højere end den beregnede værdi i diagrammet er effektiviteten højere end anført på databladet. Hvis det forhold er omvendt er effektiviteten lavere end anført på databladet.
- Tryktab på luft- og væskeløbere: Sammenlign de faktisk målte tryktab over de to varmevekslere på både luft- og væskeløbere. Hvis de faktisk målte tryktab er lavere end de beregnede værdier i diagrammet har fladerne lavere tryktab end anført på databladet. Hvis det forhold er omvendt er tryktabene større end anført på databladet.

Driftskonditioner jævnfør datablad.

	Afkast	Indblæsning
Luftmængde [m³/h]	25.410	22.255
$\Delta T_{\text{varmegenvinding}}$ [K]	0,677	0,677
UA [W/K]	51.294	46.000
Lufttemperatur [°C]	25,0	-12,0
Antal slag [1]	18	18
Tryktab [Pa]	120	120
Tryktab [Pa]	120	120
Demister [kg/m³]	1,183	1,349
$C_{\text{p,luft}}$ [W/K]	10,735	8,337
$C_{\text{p,væske}}$ [W/K]	12,321	12,321
$\eta_{\text{eff}}$ [-]	4,16	3,73
$\eta_{\text{eff,UA}}$ [-]	4,78	5,52
$C_{\text{p,væske}}$ [W/K]	1,15	1,48
Effektivitet [1]	0,95	0,95
Effektivitet [1]	0,95	0,95
$\Delta T$ [°C]	0,95	0,95
Samlet effektivitet [1]	0,95	0,95
Samlet effektivitet [1]	0,95	0,95
Temperatur [°C]	0,95	0,95
Flow [m³/h]	0,95	0,95
Flow i mellemkreds [m³/h]	11,7	11,7

**Vejledning**

- Der skal indtastes værdier i feltene med røde tal
- Indtast værdier for temperaturer og luftmængder (l/nm³/h) fra databladet i diagrammet
- Indtast antallet af slag for fladerne i tabellen
- Indtast og tilpas værdierne for fladernes UA værdier, dvs. ydelse [W]/(ΔT<sub>eff</sub> [°C]). UA værdierne justeres indtil at temperaturværdierne for T<sub>eff,UA</sub> og T<sub>eff,UA</sub> samt T<sub>eff,UA</sub> og T<sub>eff,UA</sub> passer med databladet.

Driftskonditioner under performancetest.



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

HALDOR TOPSOE



jS ventilation as