

2024

# Sammenligning af varmepumper



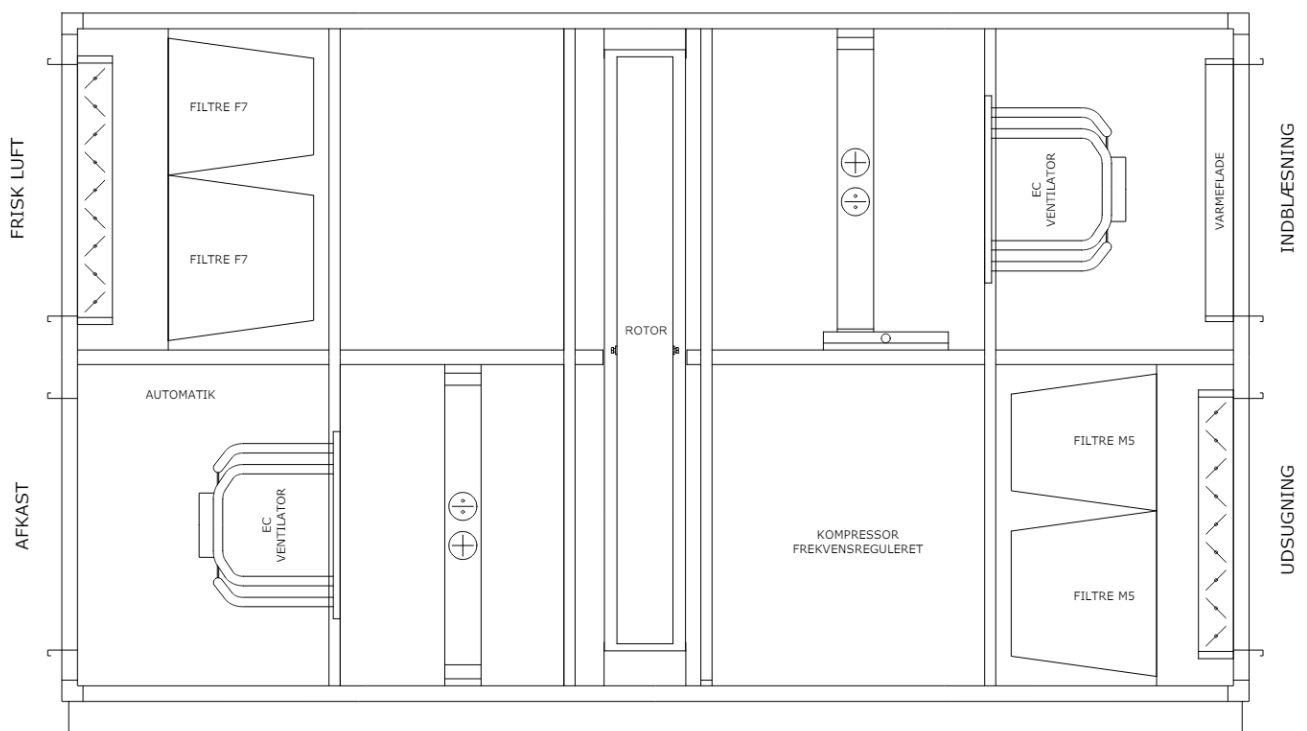
UNIC  
air  
Aps

## Forord:

Vi hos Unic Air har udarbejdet et sammenligningseksempel for placeringen af en varmepumpe i et ventilationsaggregat. Formålet er at illustrere, hvordan placeringen kan have betydning for varmepumpens COP (Coefficient of Performance) over et år.

### Varmepumpeløsning A (Unic Air):

I varmepumpeløsning A er fladerne placeret efter den roterende veksler i begge luftstrømme. Det betyder, at systemet først udnytter den roterende veksler fuldt ud og derefter supplerer med varmepumpefunktionen, som vist i skitsen nedenfor.



### Ulemper:

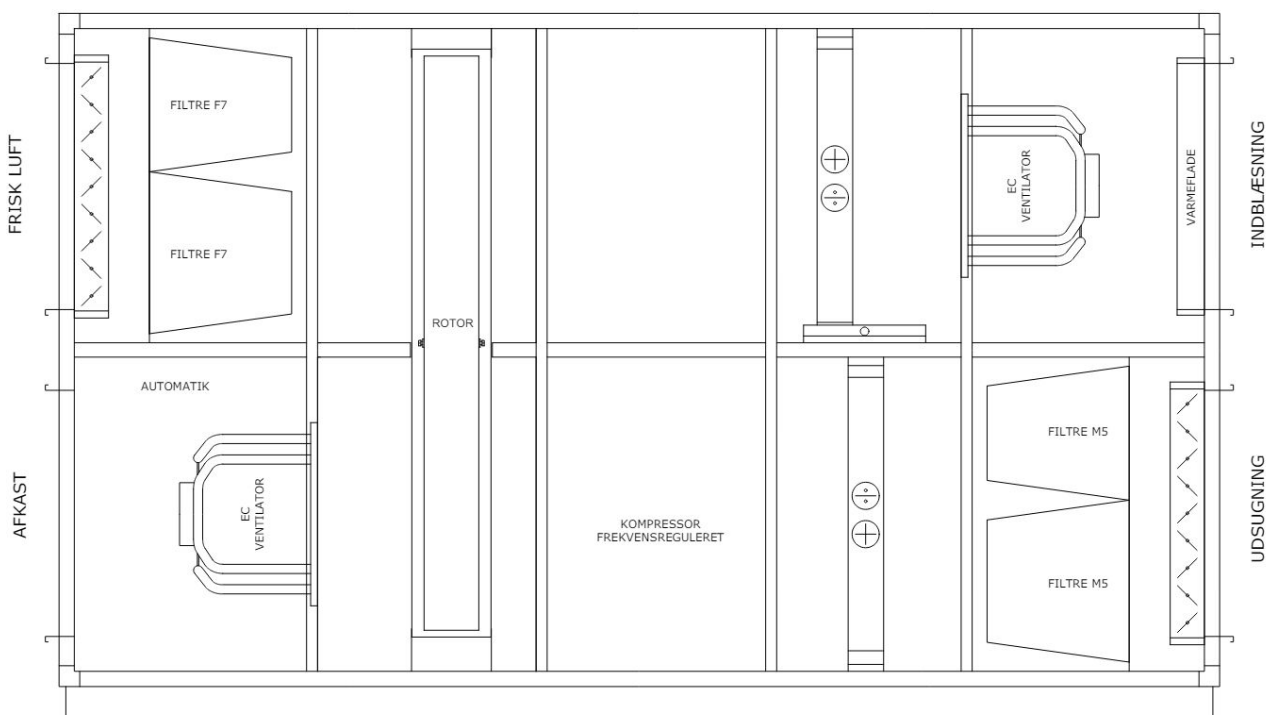
- Varmepumpen "lever af" den fraluft, som den roterende veksler allerede har nedkølet maksimalt. Ved meget kolde udetemperaturer medfører dette et behov for afrimning.

## Fordele:

- Den kan varme tilluften op til mere end udsugningstemperaturen og dermed bidrage til opvarmningen af bygningen (dog ikke når det er meget koldt udendørs), hvilket kan medføre et behov for eftervarme.
- Den udnytter “rotor-veksleren” maksimalt.
- Den er oplagt at køre kølegenvinding på, så hvis udetemperaturen stiger over design, vil den roterende veksler hjælpe og systemet vil kunne klare sig igennem uforudsete varme timer.

## Varmepumpeløsning B:

Fladerne er placeret på samme side (den indvendige) af den roterende veksler. Fraluften møder først fladen til varmepumpen og derefter den roterende veksler. Tilluften møder først rotoren og derefter varmepumpe. Når varmepumpen startes, nedkøles fraluften af varmepumpen, inden luften når frem til den roterende veksler, hvilket medfører, at den roterende veksleres ydelse (antal kW) falder.



### Ulemper:

- Ydelsen på rotorveksleren reduceres, når varmepumpen er i drift, hvilket medfører stigende el-forbrug.
- Ved udetemperaturer omkring +6 til +8°C bruges passiv-veksleren stort set ikke; det er udelukkende varmepumpen, der er i drift (se efterfølgende beregningseksempel). Års-COP bliver lav.
- Den kan ikke bruges til kølegenvinding, og dermed skal køleanlæg dimensioneres til mere end design, hvis den skal kunne "noget" i de uforudsete varme timer.
- Den kan opvarme tilluften ca. til fralufttemperaturen; nogle kan opvarme til 2°C under fralufttemperaturen. Dette betyder, at den ikke kan bidrage til opvarmningen af bygningen, medmindre der monteres en eftervarmeplade.

### Fordele:

- Den skal ikke afrimme.

### Et beregningseksempel:

Der er blevet udarbejdet beregningseksempel, for at illustrere resultatet i COP i placeringen af varmepumpen. Til dette er disse faktorer opsat:

<b>Luftmængde:</b>	10.000 m <sup>3</sup> /h
<b>Drift:</b>	24/7/365
<b>Roterende veksler:</b>	En temperaturvirkningsgrad på 81,7%
<b>Fraluft:</b>	+22°C / 40%RH
<b>Tilluft:</b>	+22°C

Afrimning på type A er ikke medregnet, hverken den energimængde man tjener når den rimer til, eller den energi der skal bruges til at tø den igen.

Type A og B er beskrevet ovenfor, type C er et "almindeligt" aggregat uden varmepumpe, det er med her for at illustrere hvor meget varme en eftervarmeplade har behov for, når der ikke er varmepumpe drift.

## Ude -12°C:

	A	B	C
Tilluft			
Temperatur efter Rotor	+15,8°C	+2,9°C	+15,8°C
kW varme, Rotor	93,9 kW	49,8 kW	93,9 kW
% varme fra rotor	81,7 %	43,8 %	81,7 %
Temperatur efter VP	+21,6°C	+21,6°C	-
kW HP	19,6 kW	63,8 kW	-
Optaget kW EL, VP	4,1 kW	6,4 kW	-
Temperatur efter vent.	+22,0°C	+22°C	+16,2°C
Temperatur efter VF			+22°C
kW VF	-	-	19,6 kW
Indblæsning	+22°C	+22°C	+22°C

Bemærk forskellen i ydelsen på rotorveksler ved -12°C hhv. 93,9 kW og 49,8 kW.

På versionen med fladerne på samme side af vekslen, varmer rotoren kun op fra -12°C til +2,9°C – til sammenligning kan den med fladerne på hver sin side opvarme fra -12°C til +15,8°C, for de ca. 100W det koster at køre med rotoren.

## Ude -6°C:

	A	B	C
Tilluft			
Temperatur efter Rotor	+16,9°C	+4,0°C	+16,9°C
kW varme, Rotor	77,1 kW	33,2 kW	77,1 kW
% varme fra rotor	81,7 %	35,7 %	81,7 %
Temperatur efter VP	+21,6°C	+21,6°C	-
kW HP	15,9 kW	59,8 kW	-
Optaget kW EL, VP	3,4 kW	5,5 kW	-
Temperatur efter vent.	+22,0°C	+22°C	+17,3°C
Temperatur efter VF			+22°C
kW VF	-	-	15,9 kW
Indblæsning	+22°C	+22°C	+22°C

Ved ude -6°, kan de "almindelige" roterende vekslere opvarme tilluften til +16,9°C, den med fladerne på samme side af rotoren kan kun op til +4°C, fordi varmepumpen har fjernet energien fra fraluften inden rotoren.

## Ude ±0°C:

	A	B	C
Tilluft			
Temperatur efter Rotor	+18,0°C	+5,1°C	+18,0°C
kW varme, Rotor	59,8 kW	16,7 kW	59,8 kW
% varme fra rotor	81,7 %	23,2 %	81,7 %
Temperatur efter VP	+21,6°C	+21,6°C	-
kW HP	12,2 kW	55,3 kW	-
Optaget kW EL, VP	2,9 kW	4,6 kW	-
Temperatur efter vent.	+22,0°C	+22°C	+18,4°C
Temperatur efter VF			+22°C
kW VF	-	-	12,2 kW
Indblæsning	+22°C	+22°C	+22°C

## Ude +6°C

	A	B	C
Tilluft			
Temperatur efter Rotor	+19,1°C	+6,2°C	+19,1°C
kW varme, Rotor	43,6 kW	0,7 kW	43,6 kW
% varme fra rotor	81,7 %	1,3 %	81,7 %
Temperatur efter VP	+21,6°C	+21,6°C	-
kW HP	8,4 kW	51,3 kW	-
Optaget kW EL, VP	2,5 kW	2,9 kW	-
Temperatur efter vent.	+22,0°C	+22°C	+19,4°C
Temperatur efter VF			+22°C
kW VF	-	-	8,4 kW
Indblæsning	+22°C	+22°C	+22°C

**% af varmen fra rotor** er udtryk for hvor stor en del af den samlede varme der kommer fra passivveksleren.

Hvis fladerne er placeret på hver sin side, så er værdien 81,7%, svarende til temperaturvirkningsgraden på veksleren.

Hvis fladerne er på samme side af rotoren, er værdien 43,8% - 35,7% - 23,2% og 1,3%, svarende til temperaturvirkningsgraden beregnet på udetemperatur og fralufttemperatur inden nedkøling af varmepumpen.

## Betragtning om årligt forbrug:

Til beregning af det årlige forbrug for hver varmepumpeløsning, er der opsat disse faktorer:

Udetemperaturer under  $-9^{\circ}\text{C}$ , beregnes med værdien for  $-12^{\circ}\text{C}$ , 100 timer/år.

Udetemperaturer mellem  $-9$  og  $-3^{\circ}\text{C}$ , beregnes med værdien for  $-6^{\circ}\text{C}$ , 500 timer/år.

Udetemperaturer mellem  $-3$  og  $+3^{\circ}\text{C}$ , beregnes med værdien for  $\pm 0^{\circ}\text{C}$ , 1.900 timer/år.

Udetemperaturer mellem  $+3$  og  $+9^{\circ}\text{C}$ , beregnes med værdien for  $+6^{\circ}\text{C}$ , 2.500 timer/år.

	<b>A kW</b>	<b>A kWh</b>	<b>B kW</b>	<b>B kWh</b>	<b>C kW</b>	<b>C kWh</b>
$-12^{\circ}\text{C}$ , 100h	4,1	410	6,4	640	19,6	1960
$-6^{\circ}\text{C}$ , 500h	3,4	1700	5,5	2750	15,9	7950
$\pm 0^{\circ}\text{C}$ , 1900h	2,9	5510	4,6	8740	12,2	23180
$+6^{\circ}\text{C}$ , 2500h	2,5	6250	2,9	7250	8,4	21000
<b>kWh/år</b>		<b>13.870</b>		<b>19.380</b>		<b>54.090</b>

Da C er beregnet uden varmepumpe, er de 54.090 kWh/år det der vil svare til forbruget af fjernvarme eller tilsvarende på en eftervarmevlade.

**A** optager 13.870 kWh/år fra elnettet for at yde varme svarende til de 54.090 kWh/år => års COP=3,89.

**B** optager 19.380 kWh/år fra elnettet for at yde varme svarende til de 54.090 kWh/år => års COP=2,79.