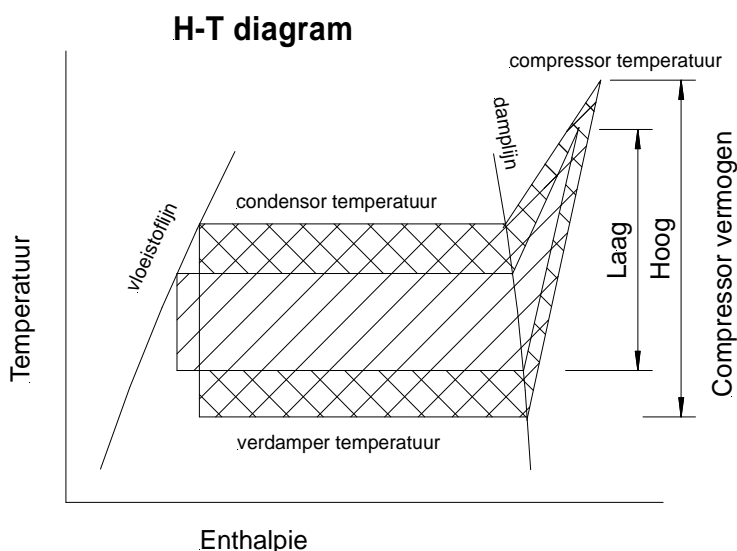


## Energie kosten besparen met Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM)

### Vergelijking tussen Dry Cooler en gesloten Hybride Medium-koeler

**In het mechanische koelproces is veel energie te besparen door het verlagen van de compressor gasdruk (temperatuur); het verhogen van de verdamper -gas- temperatuur (druk) en het verlagen van de condensor -vloeistof- temperatuur (druk).**

Bij grote systemen die met water werken voor het transport van koude, kan deze besparing bereikt worden door het verhogen van de koudwater temperatuur (verdamer) en het verlagen van de koelwater temperatuur (condensor).

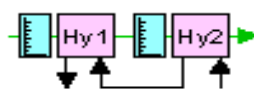


Bij systemen, waarbij gebruik gemaakt wordt van het koelend vermogen van verdampend water, is een optimale energie besparing mogelijk door het verlagen van de condensor – vloeistof- temperatuur. Hierbij zijn koelwater temperaturen te bereiken die lager zijn dan de beschikbare koellucht (buiten) temperatuur.


De Gesloten Hybride Medium-koeler maakt optimaal gebruik van deze koelenergie met een minimaal water verlies en bereikt hierdoor een veel hoger koude terugwin efficiëntie dan de veel gebruikte Dry-Coolers (Droge medium-koeler). Zelfs het totaal jaar rendement is, in vergelijking met een koeltoren, beter omdat er niet langer dan nodig water wordt verdampt en niet meer dan nodig water wordt verdampt. Bij voldoende lage buitentemperatuur stopt het water verdampen en werkt het systeem droog.

Gesloten Hybride systemen werken met koelwater zonder antivries en hebben hierdoor een nog betere warmteoverdracht. Door het schoon blijven van het watercircuit zijn nog lagere koelwater temperaturen mogelijk.

Met de 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM) wordt met dezelfde koelluchthoeveelheden een nog hoger totaal rendement bereikt.



### Klimaat Techniek Software

 **AHH - GHH**  
Mollier diagrammen


 **HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

 **HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

 **REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

### Warmte Technische Apparatuur

 **HCA**  
Hybride condensors

 **WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

 **WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

 **WTW- r**  
Condensatie - Rotor

 **LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

 **ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

 **ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

 **KLK**  
Kunststof luchtkleppen

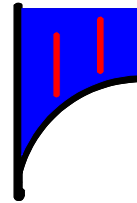
### Projecten Inspecties Adviezen

 **OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

 **RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

 **CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

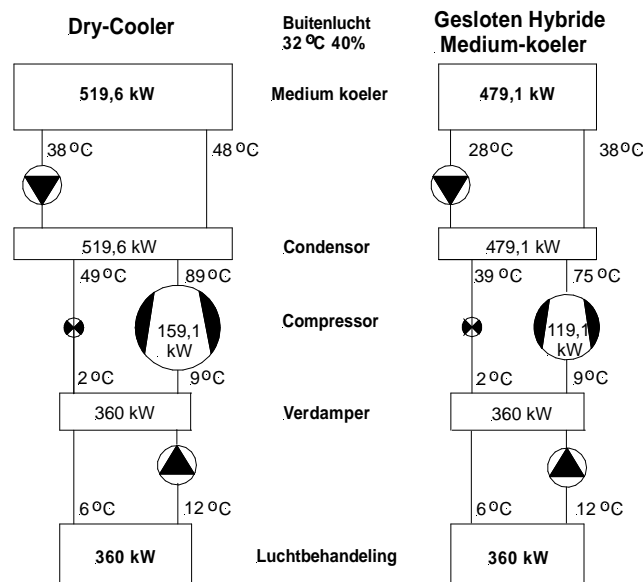
 **LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



**Vergelijking benodigde compressor energie die nodig is bij een Dry-Cooler en een 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler.**  
Beiden werkend met koude middel R134a en een gelijke verdamper capaciteit van 360 kW.

Zeller Consulting Suisse, een expert in het vakgebied koeling en luchtbehandeling, heeft hiervoor vele programma's ontwikkeld onder andere ook een programma (ESH-Refrigerant-Air-Cooling: Iteration for evaporator, condenser and compressor), waarmee de capaciteit van de verschillende systemen berekend en vergeleken kunnen worden.

Met dit programma zijn de berekeningen gemaakt voor de vergelijking in de af te voeren totale warmte, verdamper en compressor energie, bij een Dry-Cooler en een 2 stap gesloten hybride medium-koeler (GHM). Van alle data zijn de meest relevante naast elkaar samengevat.



Verskil in compressor capaciteit, Dry-Cooler en 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler; 40,5 kW.

Uit het rekenvoorbeeld blijkt het verschil in compressor energieverbruik (kW) tussen de systemen.

Beide systemen hebben dezelfde koeler (verdamp(er)) capaciteit 360 kW en een gelijke verdamping temperatuur van 2 °C met een oververhitting temperatuur van 9 °C.

Bij het systeem met een warmte afvoer via, de droge medium-koeler is het benodigde compressor vermogen 159,6 kW en moet het warmte afvoer vermogen van de Dry-Cooler 519,6 kW (360+159,6) zijn.

Het compressor vermogen is bij de hybride medium-koeler slechts 119,1 kW en hierdoor hoeft de 2 stap gesloten hybride medium-koeler maar 479,1 kW (360+119,1) warmte af te voeren .

**Het benodigde compressor vermogen van het Hybride systeem is 40,5 kW (159,6-119,1) minder, een fantastische energie winst van 34 % ten opzichte van de Dry-Cooler.**

Winst, die verkregen wordt door het verlagen van de condensor temperatuur en alleen mogelijk is bij de keuze van een 2 stap gesloten hybride medium-koeler.

Het systeem met vóór koeling in 2 stappen van de koellucht door waterverdamping bij hoge buiten temperaturen en droog werkend bij lagere buiten temperaturen.

**Klimaat  
Techniek  
Software**

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

**Warmte  
Technische  
Apparatuur**

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

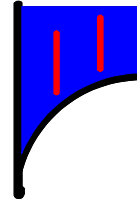
**Projecten  
Inspecties  
Adviezen**

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

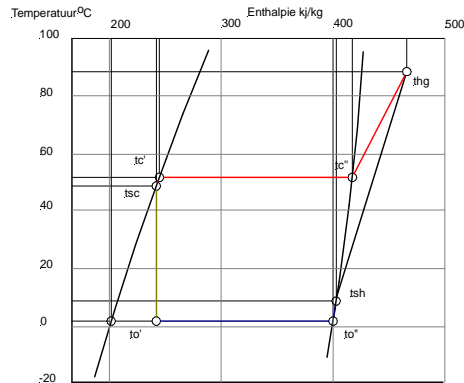
**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

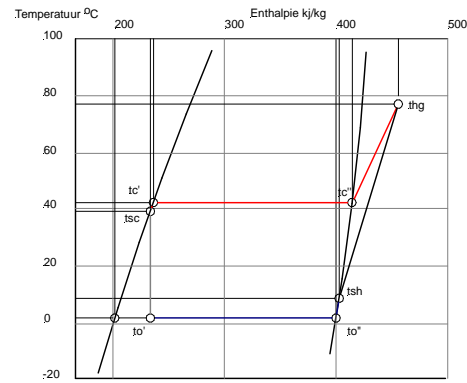
**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



## Vergelijkende rekenwaarden



H-T diagram R134a met Dry Cooler



H-T diagram R134a met Gesloten Hybride Medium-koeler 2 stap

	Dry Cooler						Gesloten Hybride Medium-koeler					
	bar	oC	kJ/kg	kW	Kg/h	COP	bar	oC	kJ/kg	kW	Kg/h	COP
Heetgas (thg)	89,0		466,4				75,0		456,1			
Condensatie (tc'')	52,0		424,1	111,8			42,0		420,3	85,2		
Condensatie (tc')	52,0		274,7	395,5			42,0		259,4	383,2		
Onderkoeling (tsc)	49,0		270,1	12,3			39,0		254,9	10,7		
<b>Condensator</b>	13,9		196,3	<b>519,6</b>	9529,6	3,255	10,8		201,2	<b>479,1</b>	8574,0	4,023
Verdamping (to')	2,0		202,7				2,0		202,7			
Verdamping (to'')	2,0		399,8	343,3			2,0		399,8	345,0		
Oververhitting (tsh)	9,0		406,1	16,7			9,0		406,1	15,0		
<b>Verdamper</b>	3,1		136,0	<b>360,0</b>	9529,6	2,255	3,1		151,2	<b>360,0</b>	8574,0	3,023
<b>Compressor</b>			60,3	<b>159,6</b>	9529,6				50,0	<b>119,1</b>	8574,0	

De COP verbetering van de verdamper (koeling 3,023-2,255) 0,768 komt door de lagere condensatie temperatuur -verschuiven van punt to' in H-T diagram -.

De andere COP verbetering (verwarming 4,023-3,255) 0,768 vindt plaats door de verlaging van de condensatie temperatuur.

Om het vergelijk zuiver te houden is bij beide systemen gekozen voor medium water zonder antivries.

Bij een Dry-Cooler wordt normaal gewerkt met antivries. Hierdoor moet rekening gehouden worden met een extra capaciteit toename van ca. 6% door de slechtere warmteoverdracht tussen het koel - medium en de pijp van de warmtewisselaars.

## Klimaat Techniek Software

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof lichtkleppen

## Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



## 2 stap Hybride proces in Mollier diagram:

Ingaande luchttemperatuur 32 °C, vochtigheid 40%.

1<sup>e</sup> stap bevochtigen afkoeling tot 21,6 °C, vochtigheid 100% (11,9»16,2 gr/kg - 4,3 gr/kg)

Over bevochtiging 1<sup>e</sup> stap (16,2»17,3 gr/kg – 1,1 gr/kg)

Opwarmen in 1<sup>e</sup> hybride wisselaar 21,6»28,4 °C, vochtigheid 71,1%. (1,1 gr/kg verdamping)

2<sup>e</sup> stap bevochtigen afkoeling tot 24,2 °C, vochtigheid 100% (17,3»19 gr/kg -1,7 gr/kg)

Over bevochtiging 2<sup>e</sup> stap (19»20,3 gr/kg – 1,3 gr/kg)

Opwarmen in 2<sup>e</sup> hybride wisselaar 24,2»33,1 °C, vochtigheid 63,5 % ( 1,3 gr/kg verdamping)

Lucht uittrede vochtigheid altijd < 100%, geen stoom pluim.

Bevochtigen gebeurt met RO water.

Het systeem werkt met een uiterst kleine vocht overmaat van ca. 7%. Er is geen watervoorraadbak en er vindt geen hergebruik van niet verdampt water plaats.

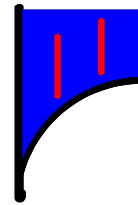
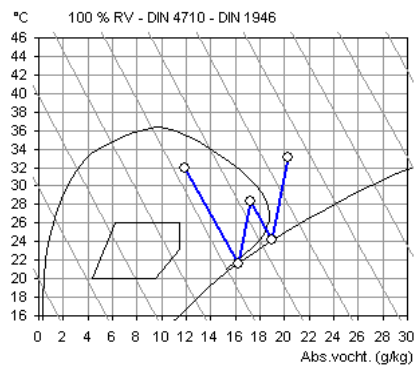
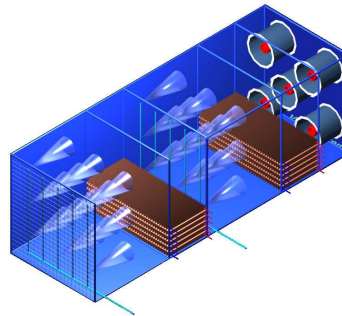
Ook is er geen RO waterbuffer zodat er dus altijd bevochtigd wordt met vers, schoon en legionella vrij water.

De regelnauwkeurigheid van het bevochtiger systeem is +/- 0,5%.


De koelenergie van 1 liter verdampend water van 18 °C is 0,683 kWh/kg. Bij een buiten conditie van 30°C en 40% RV kan de lucht maximaal met 4,3 g/kg bevochtigd worden en zal dan een conditie hebben van 21,6 °C met 100% RV. In het voorbeeld is de koelenergie door het verdampende water in de 1<sup>e</sup> stap 226,6 kW en in de 2<sup>e</sup> stap 89,6 kW , dit is latente warmte die aan de lucht onttrokken wordt.

Voor een nog grotere koelcapaciteit wordt een klein deel van het toegevoerde water in de lamel warmte wisselaar verdampt. In de 1<sup>e</sup> stap 58 kW en in de 2<sup>e</sup> stap 68,5 kW; de warmte komt uit het te koelen water.

Door het gebruiken van deze latente koelenergie (totaal 126,5 kW) kan het warmtewisselaar oppervlak van de hybride medium-koeler kleiner worden, waardoor er minder lucht verplaatst moet worden en het warmtewisselaar oppervlak bij een gemiddelde buitenlucht temperatuur - als het systeem droog werkt - optimaal is.



## Klimaat Techniek Software

 **AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

 **HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

 **HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

 **REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

 **HCA**  
Hybride condensors

 **WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

 **WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

 **WTW - r**  
Condensatie - Rotor

 **LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

 **ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

 **ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

 **KLK**  
Kunststof luchtkleppen

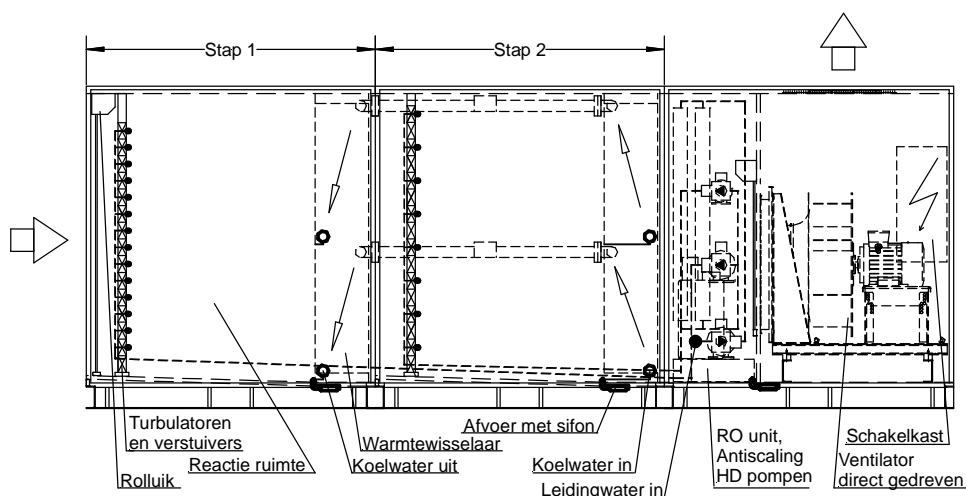
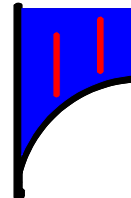
## Projecten Inspecties Adviezen

 **OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

 **RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

 **CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

 **LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



Gesloten Hybride Medium - koeler 2 stap hoogrendement


De bouwwijze van de gesloten hybride medium-koeler maakt verschillende uitvoeringen mogelijk.

Bijvoorbeeld; buiten of binnen opstellingen, horizontale luchtstroom, afbuigende luchtstroom, andere materiaal keuze van de wisselaars en/of omkasting, opties als het filteren van vuile koellucht of extra geluiddemping zijn mogelijk

**Uit het rekenvoorbeeld blijkt duidelijk dat de keuze van het systeem van warmte afvoer en zeer grote invloed heeft op het totale energie verbruik. Met de keuze van een 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM) voldoet u aan het Europese Commissie referentiedocument: best beschikbare technieken voor industriële koelsystemen (BREF).**

Een systeem waarin het koudemiddel direct condenseert is ook mogelijk, deze worden echter altijd in 1 stap uitvoering gebouwd.

## Klimaat Techniek Software

 **AHH - GHH**  
Mollier diagrammen


 **HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

 **HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

 **REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

 **HCA**  
Hybride condensors

 **WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

 **WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

 **WTW - r**  
Condensatie - Rotor

 **LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

 **ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

 **ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

 **KLK**  
Kunststof luchtkleppen

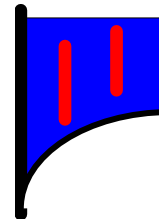
## Projecten Inspecties Adviezen

 **OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

 **RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

 **CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

 **LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen

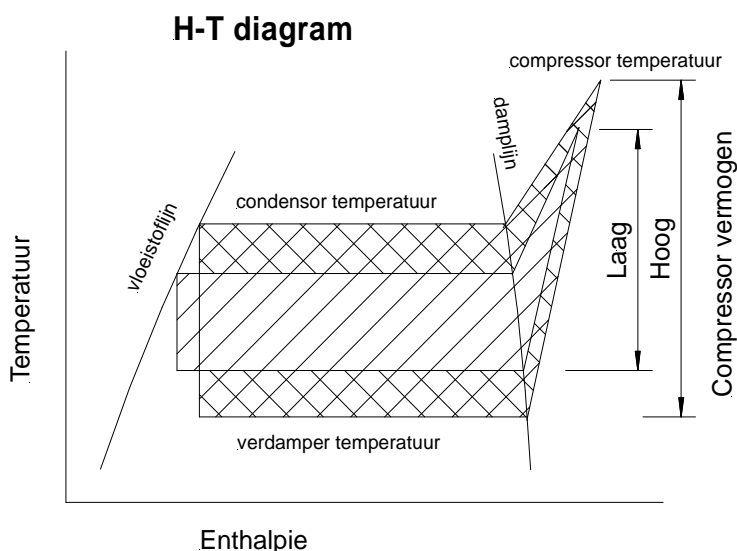


## Energie kosten besparen met Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM)

### Vergelijking tussen Dry Cooler en gesloten Hybride Medium-koeler

In het mechanische koelproces is veel energie te besparen door het verlagen van de compressor gasdruk (temperatuur); het verhogen van de verdamper -gas- temperatuur (druk) en het verlagen van de condensor -vloeistof- temperatuur (druk).

Bij grote systemen die met water werken voor het transport van koude, kan deze besparing bereikt worden door het verhogen van de koudwater temperatuur (verdamer) en het verlagen van de koelwater temperatuur (condensor).

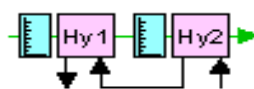


Bij systemen, waarbij gebruik gemaakt wordt van het koelend vermogen van verdampend water, is een optimale energie besparing mogelijk door het verlagen van de condensor – vloeistof- temperatuur. Hierbij zijn koelwater temperaturen te bereiken die lager zijn dan de beschikbare koellucht (buiten) temperatuur.


De Gesloten Hybride Medium-koeler maakt optimaal gebruik van deze koelenergie met een minimaal water verlies en bereikt hierdoor een veel hoger koude terugwin efficiëntie dan de veel gebruikte Dry-Coolers (Droge medium-koeler). Zelfs het totaal jaar rendement is, in vergelijking met een koeltoren, beter omdat er niet langer dan nodig water wordt verdampt en niet meer dan nodig water wordt verdampt. Bij voldoende lage buitentemperatuur stopt het water verdampen en werkt het systeem droog.

Gesloten Hybride systemen werken met koelwater zonder antivries en hebben hierdoor een nog betere warmteoverdracht. Door het schoon blijven van het watercircuit zijn nog lagere koelwater temperaturen mogelijk.

Met de 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM) wordt met dezelfde koelluchthoeveelheden een nog hoger totaal rendement bereikt.



### Klimaat Techniek Software

 **AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

 **HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

 **HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

 **REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

### Warmte Technische Apparatuur

 **HCA**  
Hybride condensors

 **WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

 **WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

 **WTW - r**  
Condensatie - Rotor

 **LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

 **ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

 **ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

 **KLK**  
Kunststof luchtkleppen

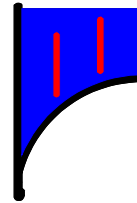
### Projecten Inspecties Adviezen

 **OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

 **RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

 **CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

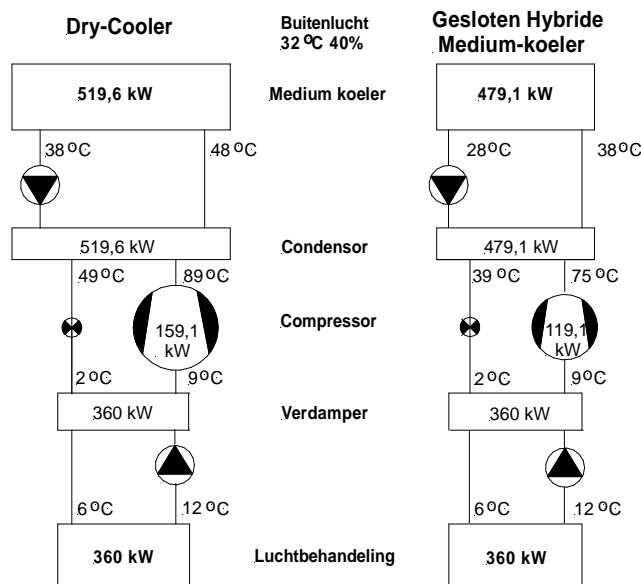
 **LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



**Vergelijking benodigde compressor energie die nodig is bij een Dry-Cooler en een 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler.**  
Beiden werkend met koude middel R134a en een gelijke verdamper capaciteit van 360 kW.

Zeller Consulting Suisse, een expert in het vakgebied koeling en luchtbehandeling, heeft hiervoor vele programma's ontwikkeld onder andere ook een programma (ESH-Refrigerant-Air-Cooling: Iteration for evaporator, condenser and compressor), waarmee de capaciteit van de verschillende systemen berekend en vergeleken kunnen worden.

Met dit programma zijn de berekeningen gemaakt voor de vergelijking in de af te voeren totale warmte, verdamper en compressor energie, bij een Dry-Cooler en een 2 stap gesloten hybride medium-koeler (GHM). Van alle data zijn de meest relevante naast elkaar samengevat.



Verskil in compressor capaciteit, Dry-Cooler en 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler; 40,5 kW.

Uit het rekenvoorbeeld blijkt het verschil in compressor energieverbruik (kW) tussen de systemen.

Beide systemen hebben dezelfde koeler (verdamer) capaciteit 360 kW en een gelijke verdamping temperatuur van 2 °C met een oververhitting temperatuur van 9 °C.

Bij het systeem met een warmte afvoer via, de droge medium-koeler is het benodigde compressor vermogen 159,6 kW en moet het warmte afvoer vermogen van de Dry-Cooler 519,6 kW (360+159,6) zijn.

Het compressor vermogen is bij de hybride medium-koeler slechts 119,1 kW en hierdoor hoeft de 2 stap gesloten hybride medium-koeler maar 479,1 kW (360+119,1) warmte af te voeren .

**Het benodigde compressor vermogen van het Hybride systeem is 40,5 kW (159,6-119,1) minder, een fantastische energie winst van 34 % ten opzichte van de Dry-Cooler.**

Winst, die verkregen wordt door het verlagen van de condensor temperatuur en alleen mogelijk is bij de keuze van een 2 stap gesloten hybride medium-koeler.

Het systeem met vóór koeling in 2 stappen van de koellucht door waterverdamping bij hoge buiten temperaturen en droog werkend bij lagere buiten temperaturen.

**Klimaat  
Techniek  
Software**

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

**Warmte  
Technische  
Apparatuur**

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

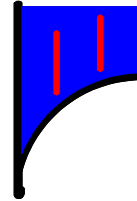
**Projecten  
Inspecties  
Adviezen**

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

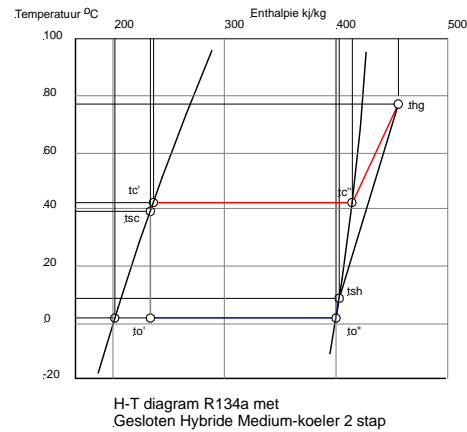
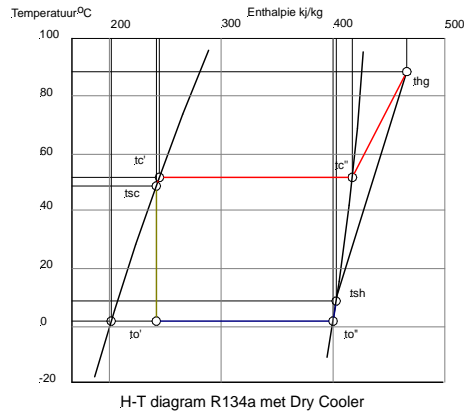
**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



## Vergelijkende rekenwaarden



	Dry Cooler						Gesloten Hybride Medium-koeler					
	bar	oC	kJ/kg	kW	Kg/h	COP	bar	oC	kJ/kg	kW	Kg/h	COP
Heetgas (thg)	89,0		466,4				75,0		456,1			
Condensatie (tc'')	52,0		424,1	111,8			42,0		420,3	85,2		
Condensatie (tc')	52,0		274,7	395,5			42,0		259,4	383,2		
Onderkoeling (tsc)	49,0		270,1	12,3			39,0		254,9	10,7		
<b>Condensor</b>	13,9		196,3	<b>519,6</b>	9529,6	3,255	10,8		201,2	<b>479,1</b>	8574,0	4,023
Verdamping (to')	2,0		202,7				2,0		202,7			
Verdamping (to'')	2,0		399,8	343,3			2,0		399,8	345,0		
Oververhitting (tsh)	9,0		406,1	16,7			9,0		406,1	15,0		
<b>Verdamper</b>	3,1		136,0	<b>360,0</b>	9529,6	2,255	3,1		151,2	<b>360,0</b>	8574,0	3,023
<b>Compressor</b>			60,3	<b>159,6</b>	9529,6				50,0	<b>119,1</b>	8574,0	

De COP verbetering van de verdamper (koeling 3,023-2,255) 0,768 komt door de lagere condensatie temperatuur -verschuiven van punt to' in H-T diagram -.

De andere COP verbetering (verwarming 4,023-3,255) 0,768 vindt plaats door de verlaging van de condensatie temperatuur.

Om het vergelijk zuiver te houden is bij beide systemen gekozen voor medium water zonder antivries.

Bij een Dry-Cooler wordt normaal gewerkt met antivries. Hierdoor moet rekening gehouden worden met een extra capaciteit toename van ca. 6% door de slechtere warmteoverdracht tussen het koel - medium en de pijp van de warmtewisselaars.

## Klimaat Techniek Software

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

## Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



## 2 stap Hybride proces in Mollier diagram:

Ingaande luchttemperatuur 32 °C, vochtigheid 40%.

1<sup>e</sup> stap bevochtigen afkoeling tot 21,6 °C, vochtigheid 100% (11,9»16,2 gr/kg - 4,3 gr/kg)

Over bevochtiging 1<sup>e</sup> stap (16,2»17,3 gr/kg – 1,1 gr/kg)

Opwarmen in 1<sup>e</sup> hybride wisselaar 21,6»28,4 °C, vochtigheid 71,1%. (1,1 gr/kg verdamping)

2<sup>e</sup> stap bevochtigen afkoeling tot 24,2 °C, vochtigheid 100% (17,3»19 gr/kg -1,7 gr/kg)

Over bevochtiging 2<sup>e</sup> stap (19»20,3 gr/kg – 1,3 gr/kg)

Opwarmen in 2<sup>e</sup> hybride wisselaar 24,2»33,1 °C, vochtigheid 63,5 % ( 1,3 gr/kg verdamping)

Lucht uittrede vochtigheid altijd < 100%, geen stoom pluim.

Bevochtigen gebeurt met RO water.

Het systeem werkt met een uiterst kleine vocht overmaat van ca. 7%. Er is geen watervoorraadbak en er vindt geen hergebruik van niet verdampt water plaats.

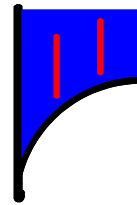
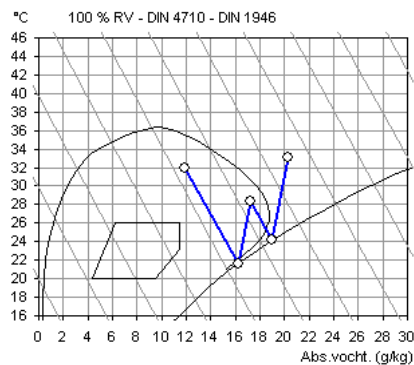
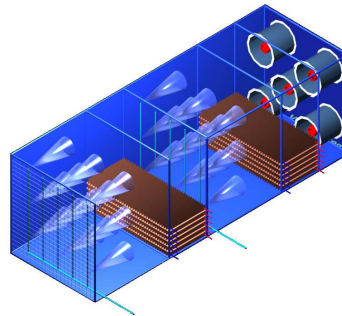
Ook is er geen RO waterbuffer zodat er dus altijd bevochtigd wordt met vers, schoon en legionella vrij water.

De regelnauwkeurigheid van het bevochtiger systeem is +/- 0,5%.


De koelenergie van 1 liter verdampend water van 18 °C is 0,683 kWh/kg. Bij een buiten conditie van 30°C en 40% RV kan de lucht maximaal met 4,3 g/kg bevochtigd worden en zal dan een conditie hebben van 21,6 °C met 100% RV. In het voorbeeld is de koelenergie door het verdampende water in de 1<sup>e</sup> stap 226,6 kW en in de 2<sup>e</sup> stap 89,6 kW , dit is latente warmte die aan de lucht onttrokken wordt.

Voor een nog grotere koelcapaciteit wordt een klein deel van het toegevoerde water in de lamel warmte wisselaar verdampt. In de 1<sup>e</sup> stap 58 kW en in de 2<sup>e</sup> stap 68,5 kW; de warmte komt uit het te koelen water.

Door het gebruiken van deze latente koelenergie (totaal 126,5 kW) kan het warmtewisselaar oppervlak van de hybride medium-koeler kleiner worden, waardoor er minder lucht verplaatst moet worden en het warmtewisselaar oppervlak bij een gemiddelde buitenlucht temperatuur - als het systeem droog werkt - optimaal is.



## Klimaat Techniek Software

 **AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

 **HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

 **HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

 **REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

 **HCA**  
Hybride condensors

 **WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

 **WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

 **WTW - r**  
Condensatie - Rotor

 **LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

 **ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

 **ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

 **KLK**  
Kunststof luchtkleppen

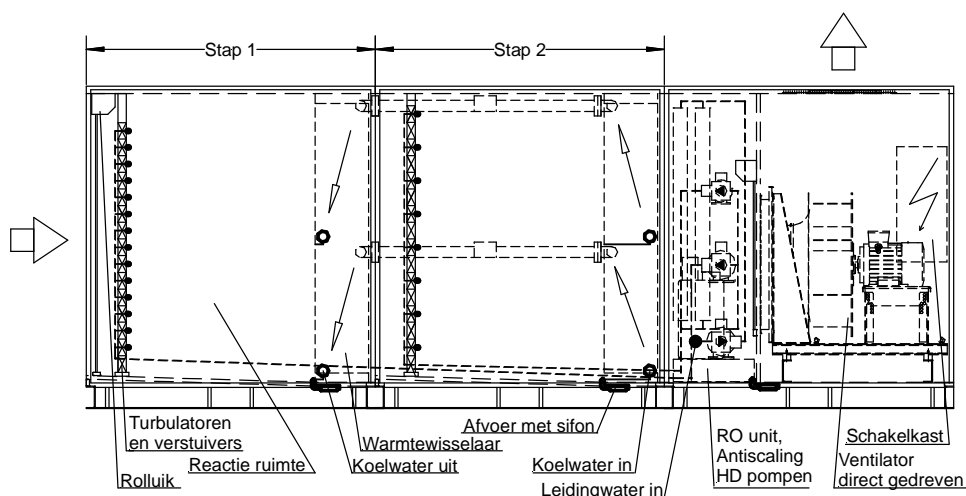
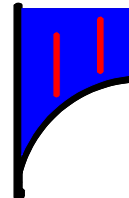
## Projecten Inspecties Adviezen

 **OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

 **RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

 **CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

 **LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



Gesloten Hybride Medium - koeler 2 stap hoogrendement

De bouwwijze van de gesloten hybride medium-koeler maakt verschillende uitvoeringen mogelijk.

Bijvoorbeeld; buiten of binnen opstellingen, horizontale luchtstroom, afbuigende luchtstroom, andere materiaal keuze van de wisselaars en/of omkasting, opties als het filteren van vuile koellucht of extra geluiddemping zijn mogelijk

**Uit het rekenvoorbeeld blijkt duidelijk dat de keuze van het systeem van warmte afvoer en zeer grote invloed heeft op het totale energie verbruik. Met de keuze van een 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM) voldoet u aan het Europese Commissie referentiedocument: best beschikbare technieken voor industriële koelsystemen (BREF).**

Een systeem waarin het koudemiddel direct condenseert is ook mogelijk, deze worden echter altijd in 1 stap uitvoering gebouwd.

## Klimaat Techniek Software

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

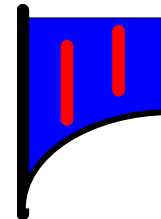
## Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen

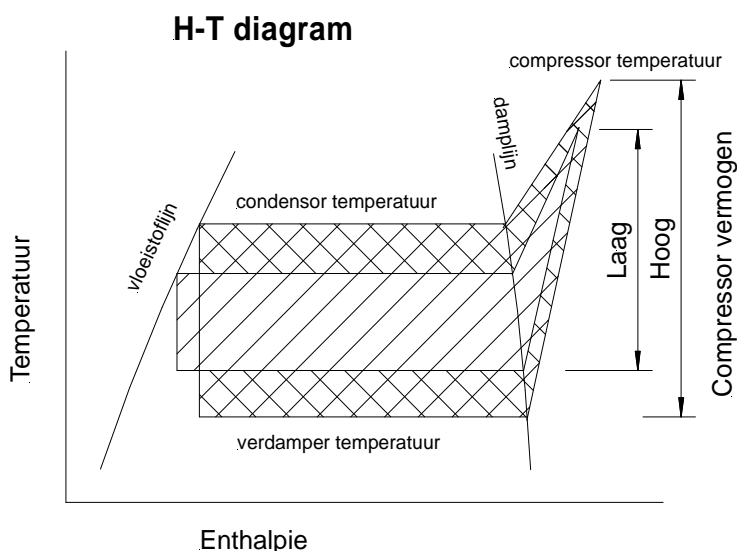


## Energie kosten besparen met Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM)

### Vergelijking tussen Dry Cooler en gesloten Hybride Medium-koeler

In het mechanische koelproces is veel energie te besparen door het verlagen van de compressor gasdruk (temperatuur); het verhogen van de verdamper -gas- temperatuur (druk) en het verlagen van de condensor -vloeistof- temperatuur (druk).

Bij grote systemen die met water werken voor het transport van koude, kan deze besparing bereikt worden door het verhogen van de koudwater temperatuur (verdamer) en het verlagen van de koelwater temperatuur (condensor).

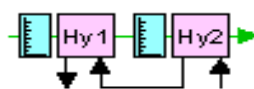


Bij systemen, waarbij gebruik gemaakt wordt van het koelend vermogen van verdampend water, is een optimale energie besparing mogelijk door het verlagen van de condensor – vloeistof- temperatuur. Hierbij zijn koelwater temperaturen te bereiken die lager zijn dan de beschikbare koellucht (buiten) temperatuur.

De Gesloten Hybride Medium-koeler maakt optimaal gebruik van deze koelenergie met een minimaal water verlies en bereikt hierdoor een veel hoger koude terugwin efficiëntie dan de veel gebruikte Dry-Coolers (Droge medium-koeler). Zelfs het totaal jaar rendement is, in vergelijking met een koeltoren, beter omdat er niet langer dan nodig water wordt verdampt en niet meer dan nodig water wordt verdampt. Bij voldoende lage buitentemperatuur stopt het water verdampen en werkt het systeem droog.

Gesloten Hybride systemen werken met koelwater zonder antivries en hebben hierdoor een nog betere warmteoverdracht. Door het schoon blijven van het watercircuit zijn nog lagere koelwater temperaturen mogelijk.

Met de 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM) wordt met dezelfde koelluchthoeveelheden een nog hoger totaal rendement bereikt.



### Klimaat Techniek Software

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

### Warmte Technische Apparatuur

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

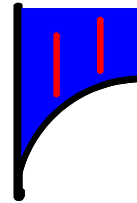
### Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

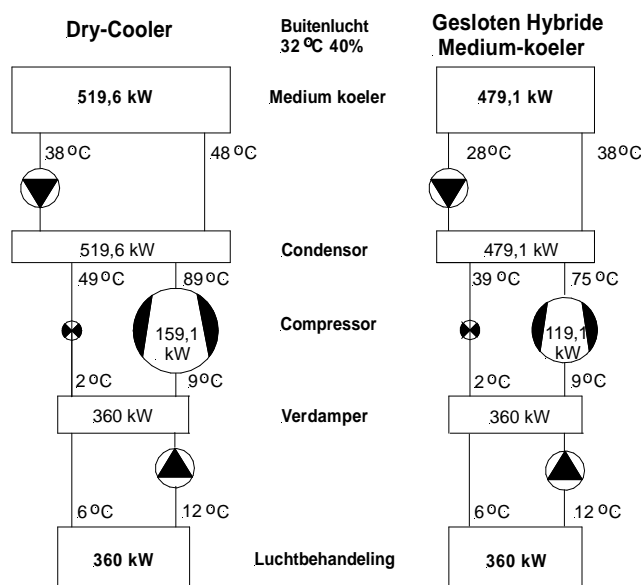
**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



**Vergelijking benodigde compressor energie die nodig is bij een Dry-Cooler en een 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler.**  
Beiden werkend met koude middel R134a en een gelijke verdamper capaciteit van 360 kW.

Zeller Consulting Suisse, een expert in het vakgebied koeling en luchtbehandeling, heeft hiervoor vele programma's ontwikkeld onder andere ook een programma (ESH-Refrigerant-Air-Cooling: Iteration for evaporator, condenser and compressor), waarmee de capaciteit van de verschillende systemen berekend en vergeleken kunnen worden.

Met dit programma zijn de berekeningen gemaakt voor de vergelijking in de af te voeren totale warmte, verdamper en compressor energie, bij een Dry-Cooler en een 2 stap gesloten hybride medium-koeler (GHM). Van alle data zijn de meest relevante naast elkaar samengevat.



Verskil in compressor capaciteit, Dry-Cooler en 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler; 40,5 kW.

Uit het rekenvoorbeeld blijkt het verschil in compressor energieverbruik (kW) tussen de systemen.

Beide systemen hebben dezelfde koeler (verdampers) capaciteit 360 kW en een gelijke verdamping temperatuur van 2 °C met een oververhitting temperatuur van 9 °C.

Bij het systeem met een warmte afvoer via, de droge medium-koeler is het benodigde compressor vermogen 159,6 kW en moet het warmte afvoer vermogen van de Dry-Cooler 519,6 kW (360+159,6) zijn.

Het compressor vermogen is bij de hybride medium-koeler slechts 119,1 kW en hierdoor hoeft de 2 stap gesloten hybride medium-koeler maar 479,1 kW (360+119,1) warmte af te voeren .

**Het benodigde compressor vermogen van het Hybride systeem is 40,5 kW (159,6-119,1) minder, een fantastische energie winst van 34 % ten opzichte van de Dry-Cooler.**

Winst, die verkregen wordt door het verlagen van de condensator temperatuur en alleen mogelijk is bij de keuze van een 2 stap gesloten hybride medium-koeler.

Het systeem met vóór koeling in 2 stappen van de koellucht door waterverdamping bij hoge buiten temperaturen en droog werkend bij lagere buiten temperaturen.

**Klimaat  
Techniek  
Software**

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

**Warmte  
Technische  
Apparatuur**

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

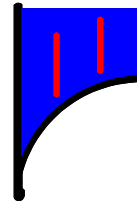
**Projecten  
Inspecties  
Adviezen**

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

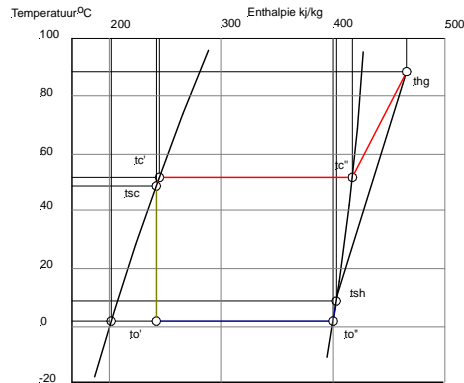
**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

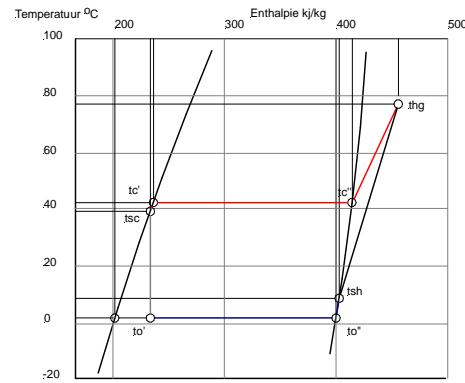
**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



## Vergelijkende rekenwaarden



H-T diagram R134a met Dry Cooler



H-T diagram R134a met Gesloten Hybride Medium-koeler 2 stap

	Dry Cooler						Gesloten Hybride Medium-koeler					
	bar	oC	kJ/kg	kW	Kg/h	COP	bar	oC	kJ/kg	kW	Kg/h	COP
Heetgas (thg)	89,0		466,4				75,0		456,1			
Condensatie (tc'')	52,0		424,1	111,8			42,0		420,3	85,2		
Condensatie (tc')	52,0		274,7	395,5			42,0		259,4	383,2		
Onderkoeling (tsc)	49,0		270,1	12,3			39,0		254,9	10,7		
<b>Condensor</b>	13,9		196,3	<b>519,6</b>	9529,6	3,255	10,8		201,2	<b>479,1</b>	8574,0	4,023
Verdamping (to')	2,0		202,7				2,0		202,7			
Verdamping (to'')	2,0		399,8	343,3			2,0		399,8	345,0		
Oververhitting (tsh)	9,0		406,1	16,7			9,0		406,1	15,0		
<b>Verdamper</b>	3,1		136,0	<b>360,0</b>	9529,6	2,255	3,1		151,2	<b>360,0</b>	8574,0	3,023
<b>Compressor</b>			60,3	<b>159,6</b>	9529,6				50,0	<b>119,1</b>	8574,0	

De COP verbetering van de verdamper (koeling 3,023-2,255) 0,768 komt door de lagere condensatie temperatuur -verschuiven van punt to' in H-T diagram -.

De andere COP verbetering (verwarming 4,023-3,255) 0,768 vindt plaats door de verlaging van de condensatie temperatuur.

Om het vergelijk zuiver te houden is bij beide systemen gekozen voor medium water zonder antivries.

Bij een Dry-Cooler wordt normaal gewerkt met antivries. Hierdoor moet rekening gehouden worden met een extra capaciteit toename van ca. 6% door de slechtere warmteoverdracht tussen het koel - medium en de pijp van de warmtewisselaars.

## Klimaat Techniek Software

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

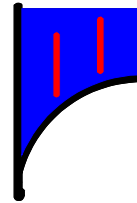
## Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



## Gegevens van de lamel wisselaars, toegepast in de systemen

		Dry - Cooler		2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler			
<b>Vermogen</b>	kW	519,6		Bevocht. 1	Hybride 1	Bevocht. 2	Hybride 2
Oppervlak ben.	m <sup>2</sup>	3380		207	908	272,1	905
k-waarde	W/m <sup>2</sup> K	36		45,4	5	47,8	6,3
Gem.log.temp.diff.	K	4,2					
Bevochtiging	kg/h			416,1		237,3	
Bevochtiging	g/kg			4,3	1,1	1,7	1,3

		Dry - Cooler		2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler			
<b>Lucht</b>		in	uit	uit	uit	uit	uit
Temperatuur.	°C	32 *	44,7	21,6	28,4	24,2	33,1
Relatieve Vocht.	%	40 *	20,1	100	71,1	100	63,5
Absoluut vocht.	g/kg	11,9	11,9	16,2	17,3	19	20,3
Hoeveelheid	kg/h	142.801,1		77.142,3			
Drukverlies	Pa		110		176		179

		Dry - Cooler		2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler			
<b>Water</b>		uit	in	uit	uit	in	in
Temperatuur.	°C	38	48		28		38
Hoeveelheid.	m <sup>3</sup> /h	45,2		41,6			
Drukverlies	kPa	18,4		15			

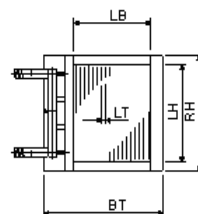
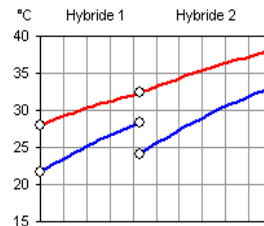
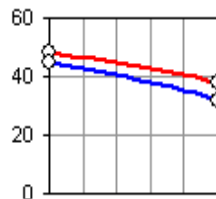
		Dry - Cooler		2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler			
<b>Afmetingen</b>							
Lamellen hoogte	LH mm	2320		2320		2320	
Lamellen breedte	LB mm	6000		2300		2300	
Lamellen diepte	LF mm	280		280		280	
Lamel afstand	LT mm	2		3		3	
Lamel dikte	LD mm	0,15		0,15		0,15	
Lamel materiaal		Al		Cu		Cu	
Pijp diameter	DA mm	15,4		15,4		15,4	
Pijp materiaal		Cu		Cu		Cu	
Pijp H.o.H. hoog	S1 mm	40		40		40	
Pijp H.o.H. diep	S2 mm	35		35		35	

		Dry - Cooler		2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler			
<b>Aandrijf energie</b>							
Bevochtiger	kg/h			446		254	
HD pomp verm.	kW			1,9		1,06	
RO pomp verm.	kW					2,96	
Ventilator type		axiaal				radiaal	
Ventilator verm.tot.	kW	10,8				9,6	
Aantal ventilatoren	n	6				1	

Lucht temp. blauw  
Water temp. rood

\* in voor:  
Dry-Cooler  
en Hybride



## Klimaat Techniek Software

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

## Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
System Adviezen

## 2 stap Hybride proces in Mollier diagram:

Ingaande luchttemperatuur 32 °C, vochtigheid 40%.

1<sup>e</sup> stap bevochtigen afkoeling tot 21,6 °C, vochtigheid 100% (11,9»16,2 gr/kg - 4,3 gr/kg)

Over bevochtiging 1<sup>e</sup> stap (16,2»17,3 gr/kg – 1,1 gr/kg)

Opwarmen in 1<sup>e</sup> hybride wisselaar 21,6»28,4 °C, vochtigheid 71,1%. (1,1 gr/kg verdamping)

2<sup>e</sup> stap bevochtigen afkoeling tot 24,2 °C, vochtigheid 100% (17,3»19 gr/kg -1,7 gr/kg)

Over bevochtiging 2<sup>e</sup> stap (19»20,3 gr/kg – 1,3 gr/kg)

Opwarmen in 2<sup>e</sup> hybride wisselaar 24,2»33,1 °C, vochtigheid 63,5 % ( 1,3 gr/kg verdamping)

Lucht uittrede vochtigheid altijd < 100%, geen stoom pluim.

Bevochtigen gebeurt met RO water.

Het systeem werkt met een uiterst kleine vocht overmaat van ca. 7%. Er is geen watervoorraadbak en er vindt geen hergebruik van niet verdampt water plaats.

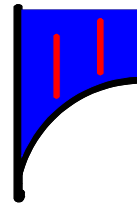
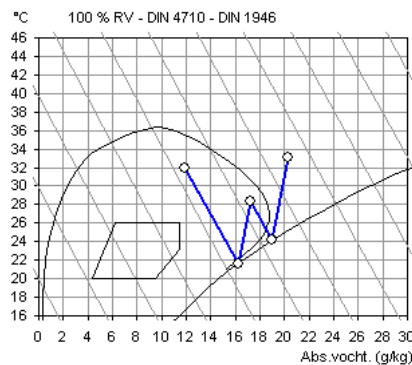
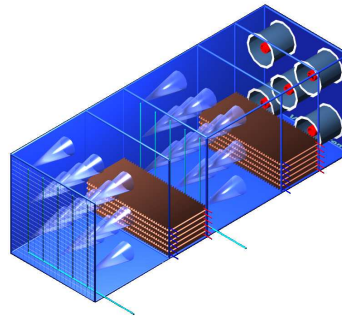
Ook is er geen RO waterbuffer zodat er dus altijd bevochtigd wordt met vers, schoon en legionella vrij water.

De regelnauwkeurigheid van het bevochtiger systeem is +/- 0,5%.


De koelenergie van 1 liter verdampend water van 18 °C is 0,683 kWh/kg. Bij een buiten conditie van 30°C en 40% RV kan de lucht maximaal met 4,3 g/kg bevochtigd worden en zal dan een conditie hebben van 21,6 °C met 100% RV. In het voorbeeld is de koelenergie door het verdampende water in de 1<sup>e</sup> stap 226,6 kW en in de 2<sup>e</sup> stap 89,6 kW , dit is latente warmte die aan de lucht onttrokken wordt.

Voor een nog grotere koelcapaciteit wordt een klein deel van het toegevoerde water in de lamel warmte wisselaar verdampt. In de 1<sup>e</sup> stap 58 kW en in de 2<sup>e</sup> stap 68,5 kW; de warmte komt uit het te koelen water.

Door het gebruiken van deze latente koelenergie (totaal 126,5 kW) kan het warmtewisselaar oppervlak van de hybride medium-koeler kleiner worden, waardoor er minder lucht verplaatst moet worden en het warmtewisselaar oppervlak bij een gemiddelde buitenlucht temperatuur - als het systeem droog werkt - optimaal is.



## Klimaat Techniek Software

 **AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

 **HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

 **HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

 **REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

 **HCA**  
Hybride condensors

 **WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

 **WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

 **WTW - r**  
Condensatie - Rotor

 **LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

 **ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

 **ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

 **KLK**  
Kunststof luchtkleppen

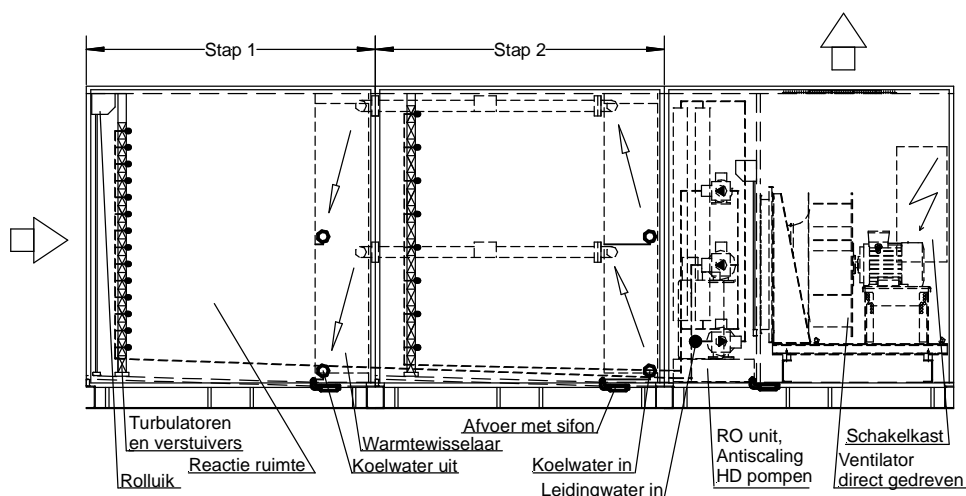
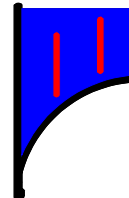
## Projecten Inspecties Adviezen

 **OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

 **RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

 **CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

 **LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



Gesloten Hybride Medium - koeler 2 stap hoogrendement

De bouwwijze van de gesloten hybride medium-koeler maakt verschillende uitvoeringen mogelijk.

Bijvoorbeeld; buiten of binnen opstellingen, horizontale luchtstroom, afbuigende luchtstroom, andere materiaal keuze van de wisselaars en/of omkasting, opties als het filteren van vuile koellucht of extra geluiddemping zijn mogelijk

**Uit het rekenvoorbeeld blijkt duidelijk dat de keuze van het systeem van warmte afvoer en zeer grote invloed heeft op het totale energie verbruik. Met de keuze van een 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM) voldoet u aan het Europese Commissie referentiedocument: best beschikbare technieken voor industriële koelsystemen (BREF).**

Een systeem waarin het koudemiddel direct condenseert is ook mogelijk, deze worden echter altijd in 1 stap uitvoering gebouwd.

## Klimaat Techniek Software

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

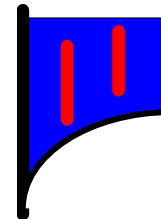
## Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen

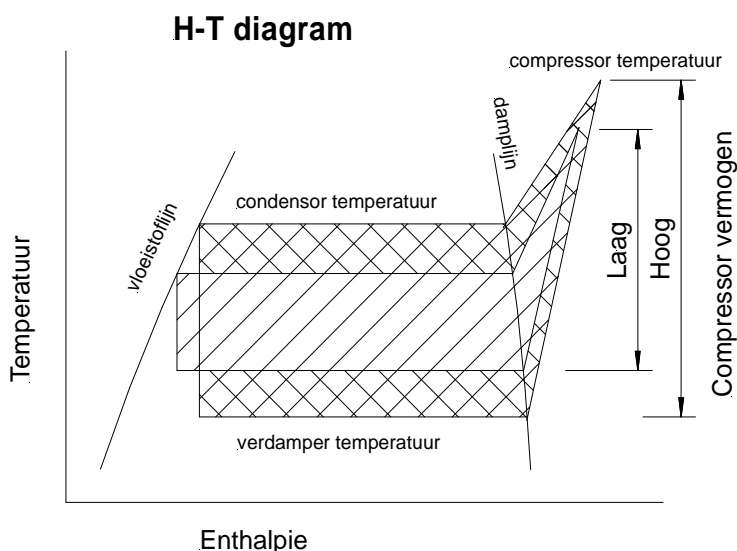


## Energie kosten besparen met Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM)

### Vergelijking tussen Dry Cooler en gesloten Hybride Medium-koeler

In het mechanische koelproces is veel energie te besparen door het verlagen van de compressor gasdruk (temperatuur); het verhogen van de verdamper -gas- temperatuur (druk) en het verlagen van de condensor -vloeistof- temperatuur (druk).

Bij grote systemen die met water werken voor het transport van koude, kan deze besparing bereikt worden door het verhogen van de koudwater temperatuur (verdampers) en het verlagen van de koelwater temperatuur (condensator).

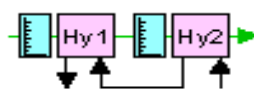


Bij systemen, waarbij gebruik gemaakt wordt van het koelend vermogen van verdampend water, is een optimale energie besparing mogelijk door het verlagen van de condensor – vloeistof- temperatuur. Hierbij zijn koelwater temperaturen te bereiken die lager zijn dan de beschikbare koellucht (buiten) temperatuur.

De Gesloten Hybride Medium-koeler maakt optimaal gebruik van deze koelenergie met een minimaal water verlies en bereikt hierdoor een veel hoger koude terugwin efficiëntie dan de veel gebruikte Dry-Coolers (Droge medium-koeler). Zelfs het totaal jaar rendement is, in vergelijking met een koeltoren, beter omdat er niet langer dan nodig water wordt verdampt en niet meer dan nodig water wordt verdampt. Bij voldoende lage buitentemperatuur stopt het water verdampen en werkt het systeem droog.

Gesloten Hybride systemen werken met koelwater zonder antivries en hebben hierdoor een nog betere warmteoverdracht. Door het schoon blijven van het watercircuit zijn nog lagere koelwater temperaturen mogelijk.

Met de 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM) wordt met dezelfde koelluchthoeveelheden een nog hoger totaal rendement bereikt.



### Klimaat Techniek Software

AHH - GHH  
Mollier diagrammen

HCL - DEH  
Capaciteit - Levensduur

HEH - CCS  
Warmtewisselaar systemen

REF - KES  
Koudemiddelen - opslag

### Warmte Technische Apparatuur

HCA  
Hybride condensators

WTW - e  
Twincoil 70% rendement

WTW - p  
Platenwarmtewisselaar

WTW - r  
Condensatie - Rotor

LWW  
Lamelwarmtewisselaars

ABB  
Adiabatische Bevochtiger

ADR  
Adsorptie Droog Rotor

KLK  
Kunststof luchtkleppen

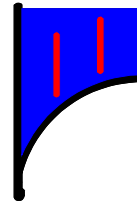
### Projecten Inspecties Adviezen

OWA  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

RMC  
Reparatie Modificatie  
Conservering

CCL  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

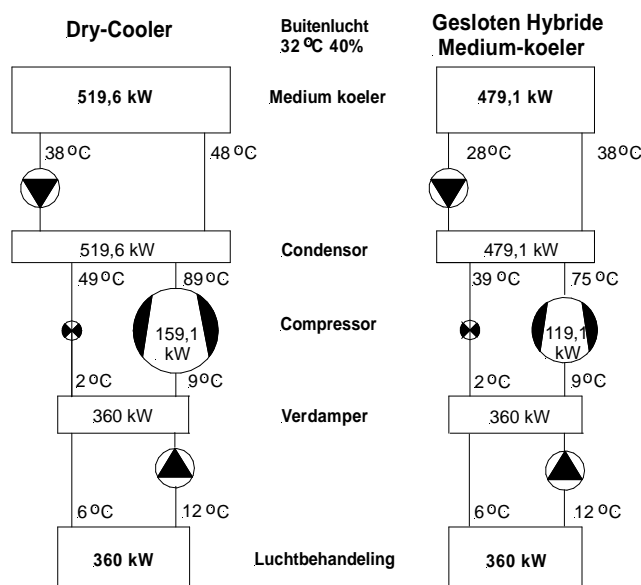
LSA  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



**Vergelijking benodigde compressor energie die nodig is bij een Dry-Cooler en een 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler.**  
Beiden werkend met koude middel R134a en een gelijke verdamper capaciteit van 360 kW.

Zeller Consulting Suisse, een expert in het vakgebied koeling en luchtbehandeling, heeft hiervoor vele programma's ontwikkeld onder andere ook een programma (ESH-Refrigerant-Air-Cooling: Iteration for evaporator, condenser and compressor), waarmee de capaciteit van de verschillende systemen berekend en vergeleken kunnen worden.

Met dit programma zijn de berekeningen gemaakt voor de vergelijking in de af te voeren totale warmte, verdamper en compressor energie, bij een Dry-Cooler en een 2 stap gesloten hybride medium-koeler (GHM). Van alle data zijn de meest relevante naast elkaar samengevat.



Verskil in compressor capaciteit, Dry-Cooler en 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler; 40,5 kW.

Uit het rekenvoorbeeld blijkt het verschil in compressor energieverbruik (kW) tussen de systemen.

Beide systemen hebben dezelfde koeler (verdamer) capaciteit 360 kW en een gelijke verdamping temperatuur van 2 °C met een oververhitting temperatuur van 9 °C.

Bij het systeem met een warmte afvoer via, de droge medium-koeler is het benodigde compressor vermogen 159,6 kW en moet het warmte afvoer vermogen van de Dry-Cooler 519,6 kW (360+159,6) zijn.

Het compressor vermogen is bij de hybride medium-koeler slechts 119,1 kW en hierdoor hoeft de 2 stap gesloten hybride medium-koeler maar 479,1 kW (360+119,1) warmte af te voeren .

**Het benodigde compressor vermogen van het Hybride systeem is 40,5 kW (159,6-119,1) minder, een fantastische energie winst van 34 % ten opzichte van de Dry-Cooler.**

Winst, die verkregen wordt door het verlagen van de condensator temperatuur en alleen mogelijk is bij de keuze van een 2 stap gesloten hybride medium-koeler.

Het systeem met vóór koeling in 2 stappen van de koellucht door waterverdamping bij hoge buiten temperaturen en droog werkend bij lagere buiten temperaturen.

**Klimaat  
Techniek  
Software**

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

**Warmte  
Technische  
Apparatuur**

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

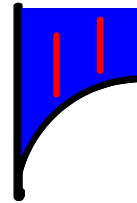
**Projecten  
Inspecties  
Adviezen**

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

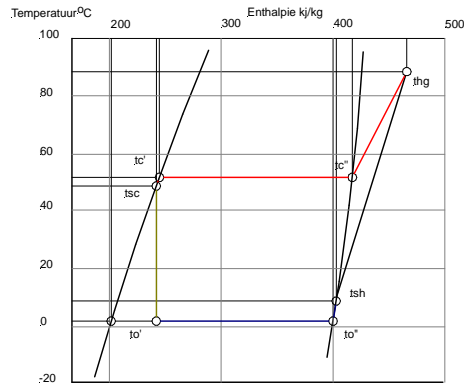
**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

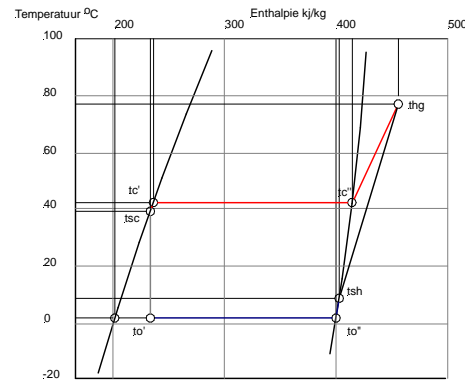
**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



## Vergelijkende rekenwaarden



H-T diagram R134a met Dry Cooler



H-T diagram R134a met Gesloten Hybride Medium-koeler 2 stap

	Dry Cooler						Gesloten Hybride Medium-koeler					
	bar	oC	kJ/kg	kW	Kg/h	COP	bar	oC	kJ/kg	kW	Kg/h	COP
Heetgas (thg)	89,0		466,4				75,0		456,1			
Condensatie (tc'')	52,0		424,1	111,8			42,0		420,3	85,2		
Condensatie (tc')	52,0		274,7	395,5			42,0		259,4	383,2		
Onderkoeling (tsc)	49,0		270,1	12,3			39,0		254,9	10,7		
<b>Condensor</b>	13,9		196,3	<b>519,6</b>	9529,6	3,255	10,8		201,2	<b>479,1</b>	8574,0	4,023
Verdamping (to')	2,0		202,7				2,0		202,7			
Verdamping (to'')	2,0		399,8	343,3			2,0		399,8	345,0		
Oververhitting (tsh)	9,0		406,1	16,7			9,0		406,1	15,0		
<b>Verdamper</b>	3,1		136,0	<b>360,0</b>	9529,6	2,255	3,1		151,2	<b>360,0</b>	8574,0	3,023
<b>Compressor</b>			60,3	<b>159,6</b>	9529,6				50,0	<b>119,1</b>	8574,0	

De COP verbetering van de verdamper (koeling 3,023-2,255) 0,768 komt door de lagere condensatie temperatuur -verschuiven van punt to' in H-T diagram -.

De andere COP verbetering (verwarming 4,023-3,255) 0,768 vindt plaats door de verlaging van de condensatie temperatuur.

Om het vergelijk zuiver te houden is bij beide systemen gekozen voor medium water zonder antivries.

Bij een Dry-Cooler wordt normaal gewerkt met antivries. Hierdoor moet rekening gehouden worden met een extra capaciteit toename van ca. 6% door de slechtere warmteoverdracht tussen het koel - medium en de pijp van de warmtewisselaars.

## Klimaat Techniek Software

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

## Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



## 2 stap Hybride proces in Mollier diagram:

Ingaande luchttemperatuur 32 °C, vochtigheid 40%.

1<sup>e</sup> stap bevochtigen afkoeling tot 21,6 °C, vochtigheid 100% (11,9»16,2 gr/kg - 4,3 gr/kg)

Over bevochtiging 1<sup>e</sup> stap (16,2»17,3 gr/kg – 1,1 gr/kg)

Opwarmen in 1<sup>e</sup> hybride wisselaar 21,6»28,4 °C, vochtigheid 71,1%. (1,1 gr/kg verdamping)

2<sup>e</sup> stap bevochtigen afkoeling tot 24,2 °C, vochtigheid 100% (17,3»19 gr/kg -1,7 gr/kg)

Over bevochtiging 2<sup>e</sup> stap (19»20,3 gr/kg – 1,3 gr/kg)

Opwarmen in 2<sup>e</sup> hybride wisselaar 24,2»33,1 °C, vochtigheid 63,5 % ( 1,3 gr/kg verdamping)

Lucht uittrede vochtigheid altijd < 100%, geen stoom pluim.

Bevochtigen gebeurt met RO water.

Het systeem werkt met een uiterst kleine vocht overmaat van ca. 7%. Er is geen watervoorraadbak en er vindt geen hergebruik van niet verdampt water plaats.

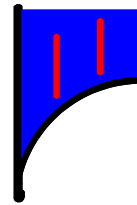
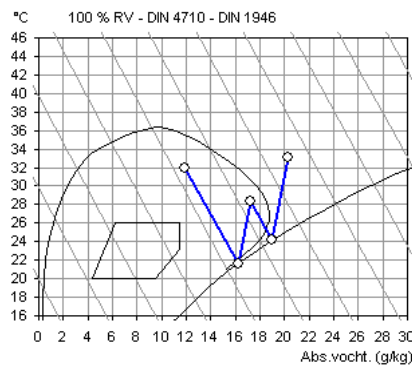
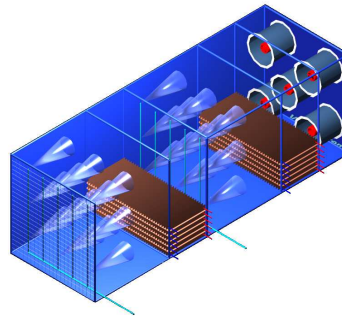
Ook is er geen RO waterbuffer zodat er dus altijd bevochtigd wordt met vers, schoon en legionella vrij water.

De regelnauwkeurigheid van het bevochtiger systeem is +/- 0,5%.


De koelenergie van 1 liter verdampend water van 18 °C is 0,683 kWh/kg. Bij een buiten conditie van 30°C en 40% RV kan de lucht maximaal met 4,3 g/kg bevochtigd worden en zal dan een conditie hebben van 21,6 °C met 100% RV. In het voorbeeld is de koelenergie door het verdampende water in de 1<sup>e</sup> stap 226,6 kW en in de 2<sup>e</sup> stap 89,6 kW , dit is latente warmte die aan de lucht onttrokken wordt.

Voor een nog grotere koelcapaciteit wordt een klein deel van het toegevoerde water in de lamel warmte wisselaar verdampt. In de 1<sup>e</sup> stap 58 kW en in de 2<sup>e</sup> stap 68,5 kW; de warmte komt uit het te koelen water.

Door het gebruiken van deze latente koelenergie (totaal 126,5 kW) kan het warmtewisselaar oppervlak van de hybride medium-koeler kleiner worden, waardoor er minder lucht verplaatst moet worden en het warmtewisselaar oppervlak bij een gemiddelde buitenlucht temperatuur - als het systeem droog werkt - optimaal is.



## Klimaat Techniek Software

 **AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

 **HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

 **HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

 **REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

 **HCA**  
Hybride condensors

 **WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

 **WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

 **WTW - r**  
Condensatie - Rotor

 **LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

 **ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

 **ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

 **KLK**  
Kunststof luchtkleppen

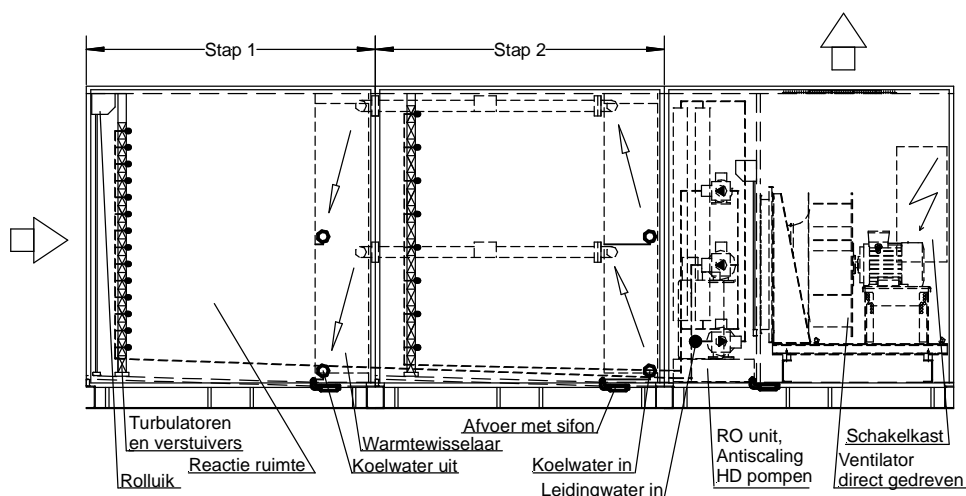
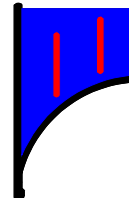
## Projecten Inspecties Adviezen

 **OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

 **RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

 **CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

 **LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



Gesloten Hybride Medium - koeler 2 stap hoogrendement

De bouwwijze van de gesloten hybride medium-koeler maakt verschillende uitvoeringen mogelijk.

Bijvoorbeeld; buiten of binnen opstellingen, horizontale luchtstroom, afbuigende luchtstroom, andere materiaal keuze van de wisselaars en/of omkasting, opties als het filteren van vuile koellucht of extra geluiddemping zijn mogelijk

**Uit het rekenvoorbeeld blijkt duidelijk dat de keuze van het systeem van warmte afvoer en zeer grote invloed heeft op het totale energie verbruik. Met de keuze van een 2 stap Gesloten Hybride Medium-koeler (GHM) voldoet u aan het Europese Commissie referentiedocument: best beschikbare technieken voor industriële koelsystemen (BREF).**

Een systeem waarin het koudemiddel direct condenseert is ook mogelijk, deze worden echter altijd in 1 stap uitvoering gebouwd.

## Klimaat Techniek Software

**AHH - GHH**  
Mollier diagrammen

**HCL - DEH**  
Capaciteit - Levensduur

**HEH - CCS**  
Warmtewisselaar systemen

**REF - KES**  
Koudemiddelen - opslag

## Warmte Technische Apparatuur

**HCA**  
Hybride condensors

**WTW - e**  
Twincoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

## Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen