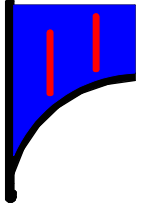


Rabo bank 376 272 732  
 Kontrakt - voorwaarden  
 040 2054 K.v.K. Meppel  
 Handelsreg. 040 54189  
 BTW NL 037044941B01

Ten Arlo 6  
 7921 VA Zuidwolde  
 Tel. (0)528 371010  
 Fax (0)528 371768  
 Em. hth@hth-hth.nl

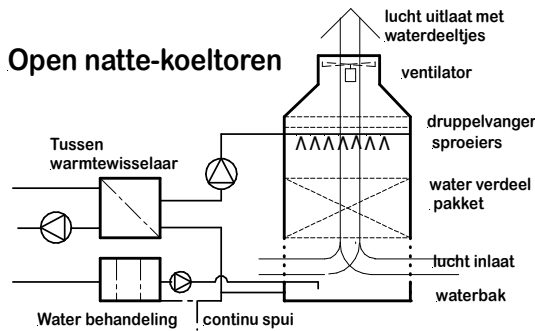


**Vergelijk tussen  
 hoog rendement gesloten Hybride medium terug-koelers en open natte-koeltorens  
 in systemen met een hoge constante energiebelasting.**

De overeenkomst tussen open natte-koeltorens en hoog rendement gesloten Hybride medium terug-koelers is de gelijke functie in het koelproces. De functie is het afvoeren van proceswarmte aan de buitenlucht door middel van het verdampen van water. Het verschil tussen de systemen is echter groot. Open koeltorens moeten voor het koelproces het gehele jaar door water verdampen. Hoog rendement gesloten Hybride medium terug-koelers maken echter alleen in de zomer periode gebruik van de koelenergie die ontstaat door het verdampen van water. De rest van het jaar wordt de proceswarmte afgevoerd door een droog koelproces.

**Open natte koeltorens.**

De werking berust op het verdampen van proces water in een luchtstroom. Hierdoor wordt de uitgaande water temperatuur lager dan die van de aangezogen buitenlucht. Een schijnbaar eenvoudig proces dat echter grote nadelen kent n.l.;



- hoog water verbruik met een groot aandeel van toevoegingen – chemicaliën.
- grote proces water circulatie, met een klein aandeel verdampend water.
- hoge reinigingskosten door vervuiling van de koeltoren en de hierin geplaatste water verdeel pakketten.
- vervuiling van het koelwater en hierdoor vervuiling van de -TSA- tussen warmtewisselaar.
- water en onderhoud dat in de toekomst alleen maar duurder wordt.
- hoge lozingskosten van het, door chemicaliën en uit de lucht gewassen stoffen, vervuild water, lozingen die ook steeds meer weerstand bij de waterschappen ondervind.

Tot in de 80-er jaren waren open natte-koeltorens goedkoop in gebruik. Het water kostte bijna niets, ook kon bronwater bijna zonder kosten worden ingezet. Het gebruik van chemicaliën voor de waterbehandeling was nauwelijks aan beperkingen onderhevig en ook het vervuilde afvalwater kon eenvoudig op het riool worden geloosd. Tegenwoordig is de situatie volkomen anders. Het gebruik van chemicaliën moet zoveel mogelijk voorkomen worden. Water is kostbaar, is duur geworden en kan niet zonder meer geloosd worden. Ook de afvoerlucht met waterdeeltjes, "de stoom pluim" (> 100% RV) is niet meer gewenst vanwege mogelijke legionella besmetting.



Open natte-koeltorens werken het gehele jaar met water dat in het proces verdampt moet worden om het vereiste koelvermogen te bereiken. Indien de aangezogen lucht een lage temperatuur heeft met een hoge vochtigheid, zal niet al het toegevoerde water totaal verdampen. Hierdoor ontstaat een pluim met waterdeeltjes aan de uitrede kant van de koeltoren. Deze waterdeeltjes kunnen legionella bacteriën bevatten en zullen in de winter ijsafzetting in de omgeving van de toren en de aanzuig openingen veroorzaken.

De regeling van koeltorens is vanwege de relatief grote waterdruppels en het niet uit kunnen schakelen van de water circulatie, vrij grof en zeker in de winterperiode problematisch.



Bij een opstelling met meerdere koeltorens zullen zij elkaar beïnvloeden, waardoor de regeling van de ventilator snelheden en het pomp debiet vaak niet stabiel is te krijgen en daardoor een teruggang in efficiëntie - rendement - onvermijdelijk 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**  
 Adiabatise Bevochtiger

**ADR**  
 Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
 Kunststof luchtkleppen

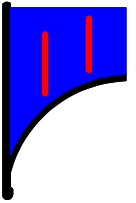
**Projecten  
 Inspecties  
 Adviezen**

**OWA**  
 Ontwikkeling  
 Warmte Apparaten

**RMC**  
 Reparatie Modificatie  
 Conservering

**CCL**  
 Controle Conditie  
 Luchtbehandelingskasten

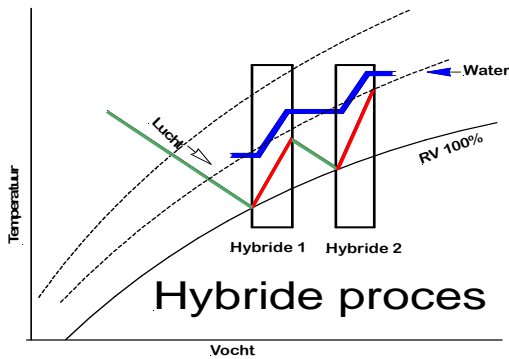
**LSA**  
 Luchtbehandelingskast  
 System Adviezen



Een ander nadeel is de opname van zuurstof in het proceswater. Hierdoor is de opname van vuil uit de lucht versterkt, waardoor een versnelde opbouw van biofilm en hierdoor een mogelijke legionella vervuiling zal plaatsvinden. Omdat luchtfilters niet toegepast worden, zal al het stof in de lucht door het water worden uitgewassen en opgeslagen. Het vuil in het water zet zich af op de warme oppervlakken van de tussen warmtewisselaar. Hierdoor zal de warmte overdracht verminderen en de waterweerstand in de wisselaar toenemen, waardoor effectiviteit - capaciteit - wordt verlaagd. Dit vereist een voortdurende bewaking en onderhoud - schoonmaken - van de tussen warmtewisselaar. Bovendien zal de temperatuur van het koelproceswater tengevolge van de tussen warmtewisselaar ca. 3 oC hoger zijn dan de koeltoren water temperaturen.

### Hoog rendement gesloten Hybride medium terug-koelers

In gesloten hybride medium terug-koelers vindt in de zomer een combinatie van koeling door verdamping van water en droge koeling plaats en in de winter uitsluitend droge koeling. Het te koelen medium is door een gevinde warmtewisselaar volledig gescheiden van de buitenlucht waaraan direct de energie afgegeven wordt, een tussen warmtewisselaar wordt niet gebruikt.



Voor het verkrijgen van het grote koelvermogen in de zomer wordt water uiterst fijn verneveld in de aangezogen buiten luchtstroom. Hierdoor wordt de luchtstroom, in een reactie ruimte met een lengte van ca. 1,8 meter, afgekoeld totdat zij totaal verzadigd is. (100% RV)  
Een extra toegevoegde overmaat aan vocht zal tussen de vinnen van de warmtewisselaar verdampen en de capaciteit van de terug-koeler extra vergroten. De proceslucht -buitenlucht- is na de warmtewisselaar droog d.w.z. heeft een vochtigheid van ca. 70% - is dus droog - en ruim beneden de verzadiging.

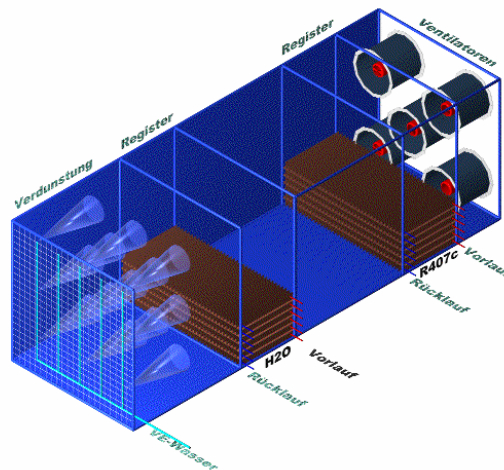
In de hoog rendement systemen wordt dit proces nog een keer herhaald zodat extra capaciteit verkregen wordt.

In de winter situatie wordt bij een temperatuur, ruim boven het vriespunt, de water verneveling uitgeschakeld en werkt het systeem als een droge koeler. Bij een omschakel temperatuur van ca. 16 oC zal een hybride systeem ca. 7000 van de 8760 uur –ca 80% van het jaar droog werken en geen water verbruiken. Water voor verdamping wordt alleen gebruikt voor het verkrijgen van een extra hoge zomer koelcapaciteit.

De regel nauwkeurigheid van een gesloten Hybride medium terug-koeler is groot +- 0,5% doordat de te verdampen water hoeveelheid en het ventilator toerental exact te regelen is. Hierdoor is een wijziging in capaciteit zo direct dat dit aan te sturen is met b.v. de persdruk van de compressor.

### Kosten vergelijk

Ofschoon de investeringskosten van een gesloten Hybride medium terug-koeler beduidend hoger zijn dan een in capaciteit vergelijkbare open natte-koeltoren, zijn in situaties waarbij de belasting het gehele jaar door een constant hoge capaciteit kent, terugverdient tijden van ca. 2 jaar mogelijk.



## 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**  
Twincilcoil 70% rendement

**WTW - p**  
Platenwarmtewisselaar

**WTW - r**  
Condensatie - Rotor

**LWW**  
Lamelwarmtewisselaars

**ABB**  
Adiabatische Bevochtiger

**ADR**  
Adsorptie Droog Rotor

**KLK**  
Kunststof luchtkleppen

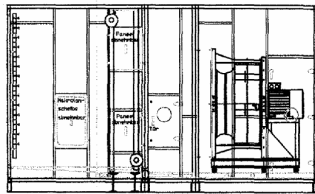
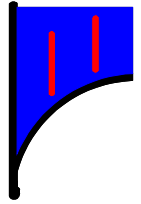
## Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

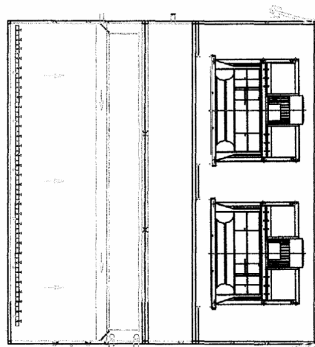
**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



1 stap hybride terug-koeler



De reden hiervoor zijn, dat bij een gesloten Hybride medium terug-koeler systeem;

- Er geen extra koelwater circuit met pomp, regelaar, ventielen en tussen warmtewisselaar nodig is.
- Er geen verhoging van de primaire koelwater temperatuur door de tussen warmtewisselaar is.
- Er beduidend minder water verbruik is en er geen water rond gepompt wordt.
- Er geen voorziening nodig is om de installatie vorstvrij te houden.
- Er geen voorziening nodig is om een koude stoompluim te voorkomen.
- Er geen controle en installatie nodig is voor het legionella vrij houden van het systeem.
- Er geen tussen warmtewisselaar is die snel vervuild en schoon gehouden moet worden.
- Er geen extra tussen warmtewisselaar nodig is voor een continu bedrijfsproces.
- Er geen water circulatie is en dus geen water vervuiling.
- Er minder frequent onderhoud nodig is en het onderhoud duurt veel korter.
- Er een luchtfilter mogelijk is bij erg vervuilende aanzuiglucht.
- Er minder elektrische energie nodig is voor het proces.
- Er geen chemicaliën nodig zijn voor het koelwater en dus ook geen controle kosten.
- Er geen water gespuid wordt, indikking niet plaats vindt daar nagenoeg al het water verdampft.

### Water factor

De echte grote kosten besparing bij een gesloten Hybride medium terug-koeler is het geringe water verbruik (verlies) dat nodig is voor het koelproces.

Een open natte-koeltoren heeft een gemiddelde water factor van ca. 65, hetgeen betekent dat in het koelproces per verdampt (1) deel water, 65 delen water circuleren – rond gepompt worden.

Het water verbruik voor verdamping is dan ongeveer 1,5 % van het rond gepompte water, het spui aandeel om indikking te voorkomen is minstens even groot als de verdamping, dus ook 1,5 %. Het aandeel water dat periodiek door onderhoud afgevoerd wordt kan gelijk gesteld worden aan de verdamping en de spui hoeveelheid samen, dus 3 %. De water ontharding verbruikt voor de regeneratie ook water dat, afhankelijk van de hardheid, ongeveer gelijk is aan 0,4 %.

Het totale water verbruik van een open natte-koeltoren komt uit op ca. 6,4 %. Dus per 100 delen circulerend water worden er 6,4 gebruikt - 1 voor het proces en 5,4 delen zijn verlies. Het verlies over het gehele jaar is 8760 uur x 5,4 = 47300 delen

De gesloten Hybride medium terug-koeler heeft een water factor van 1,07, dat betekent dat 1 deel verdampt en 0,07 deel verlies is en afgevoerd wordt. Het verdampende water is van RO kwaliteit en kent in de productie ook verliezen, die echter door de moderne apparatuur beperkt blijven tot ca. 20%. Hierdoor is het maximale water verbruik 1,27, dus per deel (1) verdamping is er een verlies van 0,27 delen.

Bij de gesloten Hybride medium terug-koeler wordt alleen water verdampt gedurende de zomertijd ca. 20 % van het jaar (bij een omschakel temperatuur van ca. 16 °C), dus gedurende 8760x0,2 = 1752 uur. Het water gebruik kent een daling die gelijk is aan die van de buiten temperatuur, het gemiddelde gebruik is hierdoor ca. 40% van het maximum. Het water verlies is dan 1752x0,4x0,27= 190 delen per jaar.

Het water verlies van een open natte-koeltoren is dus per jaar ca. 250 maal groter dan het verlies van een gesloten Hybride medium terug-koeler.

Een gesloten hoog rendement 2 stap Hybride medium terug-koeler met een vermogen van 1000 kW heeft een top water gebruik van ca. 1670 l/h. (verdamping + verlies)

Een gesloten Hybride terug-koeler verbruikt (verlies) per jaar 1670 x 190 / 1000= 317 m<sup>3</sup>/a

Een vergelijkbare open natte-koeltoren verbruikt (verlies) dan per jaar 317 x 250= 79250 m<sup>3</sup>/a.

De totale kosten van het behandelde water dat in het proces gebruikt wordt is een optelling van deel kosten. Stel dat deze zijn; inkoop € 0,25 -, chemicaliën € 0,05 -, lozing € 0,08, onderhoud € 0,10 en controle € 0,02. Totaal per m<sup>3</sup> € 0,50.

Dan kost het water verbruik (verlies) van een open natte-koeltoren van 1000 kW per jaar - € 0,50 x 79250= € 39625,00.

Een hoog rendement Hybride medium terug-koeler kost dan, inkoop, lozing en 50% onderhoud - € 0,38 x 317= € 120,46.

## 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

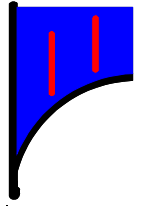
## Projecten Inspecties Adviezen

**OWA**  
Ontwikkeling  
Warmte Apparaten

**RMC**  
Reparatie Modificatie  
Conservering

**CCL**  
Controle Conditie  
Luchtbehandelingskasten

**LSA**  
Luchtbehandelingskast  
Systeem Adviezen



Twee stap hoog rendement gesloten Hybride medium terug-koeler bij Siemens Forum in Erlangen

## 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