



# INDUSTRIËLE ARMSTRONG+COMBITHERM-HOGE- TEMPERATUURWARMTEPOMPEN



# INDUSTRIËLE HOGETEMPERATUURWARMTEPOMPEN



Ervaring in hoge-temperatuurwarmtepompen (> 80 °C/175 °F) sinds 2005

De werkvloeistof HCFO-1233zd(E) is onschadelijk voor het milieu (ODP = 0, GWP < 5, TFA < 2% van potentiële lekken<sup>1)</sup>) en voor mensen (klasse A1, niet-toxisch en niet-ontvlambaar)

Schroefcompressor draait onder 17 barg/250 psi: de betrouwbaarheid van de unit is dus gegarandeerd

Capaciteit van 300 kW tot 2000 kW, maximaal 3 compressoren per unit, aangepast aan industriële eisen

Elke compressor kan tussen 80% en 100% van de maximale belasting draaien; voor gedeeltelijke belastingen tot 50% is VFD beschikbaar

Warmtebehoefte tot 120 °C/248 °F (warmtebron vanaf 30 °C/86 °F)

Efficiëntie carnotcyclus > 50%

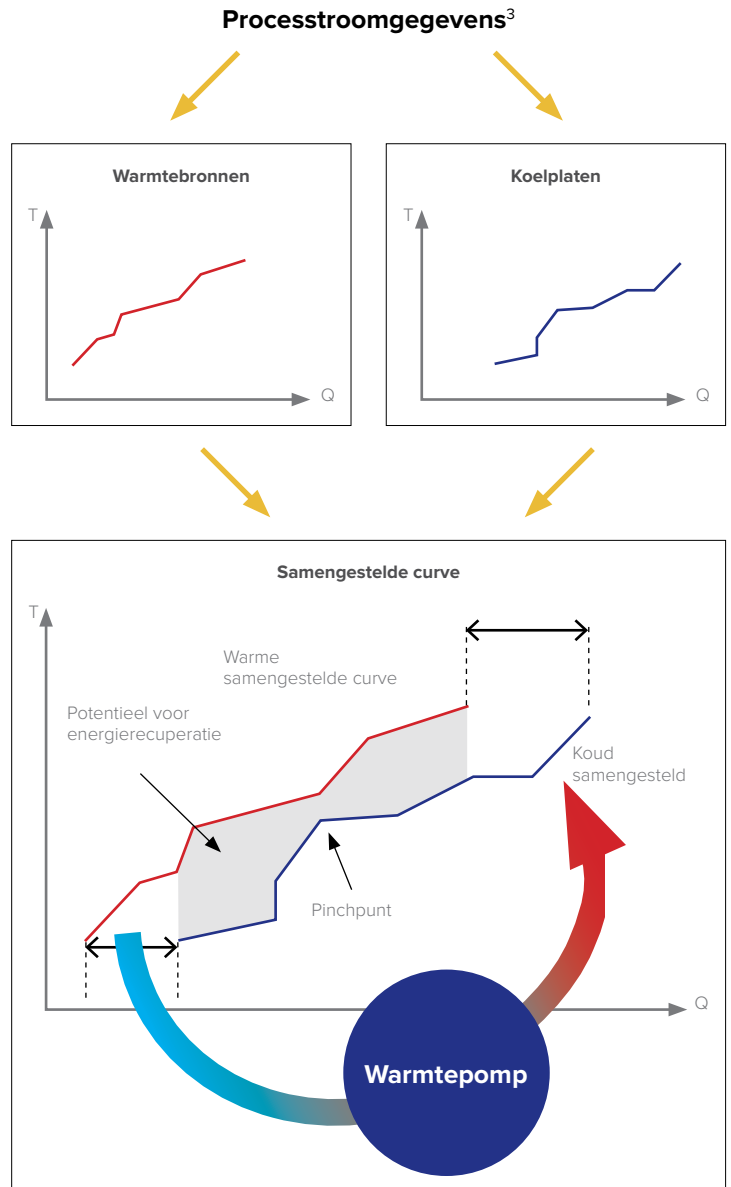
Langere garantie via een contract voor preventief onderhoud

# INDUSTRIËLE HOGETEMPERATUURWARMTEPOMPEN VORMEN DE KERN VAN THERMISCHE DECARBONISATIE

maken hergebruik mogelijk van laagtemperatuurwarmte (< 50 °C/122 °F) die wordt afgevoerd door proces- en koelsystemen en die momenteel in de meeste industriële installaties verloren gaat. Via de werkcyclus van de warmtepomp wordt de warmwatertemperatuur op relatief hoge niveaus verhoogd, tot wel 120 °C/248 °F.

maken het mogelijk dat restwarmte wordt gebruikt bij de productie van warm water voor reiniging bij hoge temperatuur of procestoepassingen. Dit is een vervanging voor stoom of heet water dat momenteel wordt gegenereerd door het verbranden van fossiele brandstoffen of het gebruik van elektrische verwarmers. Het resultaat is een aanzienlijke vermindering van het primaire energieverbruik van de site in lichte industrieën, meestal tussen 30% en 100% minder<sup>2</sup>!

vormen een economische manier om thermische warmte op te wekken wanneer de efficiëntie (prestatiecoëfficiënt) de prijsverhouding van hernieuwbare elektriciteit ten opzichte van fossiele brandstof overschrijdt. Voor bedrijven die thermische opwekking koolstofarm willen maken, is het verbruik van fossiele brandstoffen echter geen optie meer: daarom wordt het terugwinnen van restwarmte een must<sup>3</sup>. De impact van warmtepompen (die op hernieuwbare elektriciteit werken) op het verlagen van de CO<sub>2</sub>-emissie zorgt ervoor dat de uitdaging van thermische decarbonisatie gemakkelijker en rendabeler aan te pakken valt in vergelijking met andere hernieuwbare alternatieven.



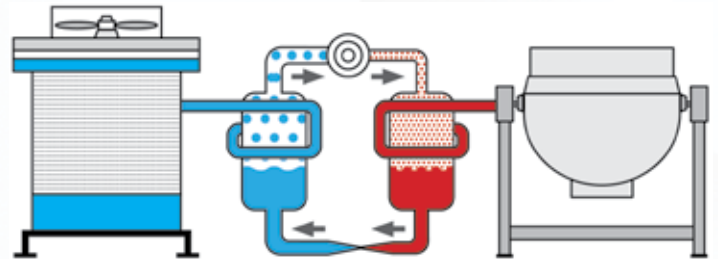


## PRESTATIECOËFFICIËNT EN GECOMBINEERDE PRESTATIECOËFFICIËNT

Een warmtepomp maakt gebruik van de werkcyclus, die de kern vormt van veel van de apparatuur in onze omgeving, zoals koelkasten, airconditioningsystemen voor gebouwen en industriële koelers. De werkvloeistof bij lage druk kan warmte van een bron opnemen via een warmtewisselaar (verdamer). Daarna wordt de werkvloeistof in gasvormige toestand bij hogere druk samengedrukt, waardoor de temperatuur stijgt. De werkvloeistof geeft vervolgens de warmte die deze bevat terug aan een warmtebehoefte via een andere warmtewisselaar (condensor). De lus wordt gesloten door de werkvloeistof door een expansieklep te voeren, wat een drukval - en gedeeltelijke verdamping - veroorzaakt voordat de vloeistof wordt teruggevoerd naar de inlaat van de verdamer.

De prestatiecoëfficiënt van een warmtepomp vertegenwoordigt de verhouding tussen de warmte die bij hoge temperatuur wordt geproduceerd en het elektriciteitsverbruik van de compressor dat nodig is om de werkcyclus uit te voeren. Als de koeling van de warmtebron ook nuttig is, bijvoorbeeld door de belasting van een koeler te verlagen, kan met een hogere gecombineerde prestatiecoëfficiënt de som van het verwarmings- en koelvermogen worden vergeleken met het elektriciteitsverbruik van de compressor.

Een warmtepomp die bijvoorbeeld 300 kW restwarmte terugwint bij 30 °C/86 °F, heeft 100 kW elektriciteitsverbruik nodig om de warmtetemperatuur te verhogen tot 70 °C/158 °F. Daarom heeft de pomp een verwarmingsvermogen van 400 kW, terwijl deze 100 kW elektrisch vermogen verbruikt, dus een prestatiecoëfficiënt van 4. Als de 300 kW warmte die aan de warmtebron wordt onttrokken ook bruikbaar is - door de koellast van de installatie te verlagen - genereert de warmtepomp 700 kW nuttig verwarmings- en koelvermogen bij hetzelfde elektrisch verbruik van 100 kW. Dit resulteert in een gecombineerde prestatiecoëfficiënt van 7, wat de terugverdiendtijd van de unit aanzienlijk verkort.

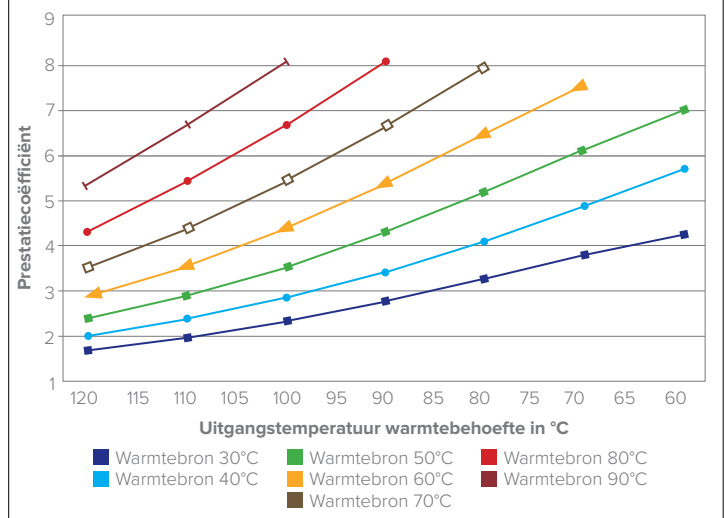


## PRESTATIECOËFFICIËNT EN GECOMBINEERDE PRESTATIECOËFFICIËNT OPTIMALISEREN

Het elektriciteitsverbruik van de compressor houdt rechtstreeks verband met de druktoename - en dus aan de temperatuurtoename - van de werkvloeistof. Daarom hangt de prestatiecoëfficiënt van een warmtepomp nauw samen met de temperatuur van de warmtebehoefte en de warmtebron: hoe kleiner het verschil, hoe hoger de prestatiecoëfficiënt. Dankzij pinch-onderzoeken van koelplaten en warmtebronnen is het mogelijk directe warmteterugwinning te optimaliseren in een installatie en ervoor te zorgen dat warmtebronnen op de meest efficiënte manier naar koelplaten worden geleid<sup>3</sup>. Ze helpen ook bij het kwantificeren van de mogelijkheid om warmtepompen te installeren waarmee laagwaardige warmte wordt teruggewonnen en de temperatuur en de temperatuur wordt verhoogd tot bruikbare niveaus. Met pinch-onderzoeken kunnen toepassingen worden geïdentificeerd waarvoor zowel verwarming als koeling nodig is, niet alleen om de prestatiecoëfficiënt van de warmtepomp te verhogen, maar ook om de belasting en het waterverbruik van koeltorens (indien deze worden gebruikt) te verlagen.

Doorgaans kunnen warmtepompen niet meer dan 50% van de theoretische waarde van de Carnotcyclus terugwinnen. Industriële ARMSTRONG+COMBITHERM-hogetemperatuurwarmtepompen kunnen een Carnotrendement van meer dan 50% bereiken door optimalisatie van het formaat van de compressoren en integratie van interne warmteterugwinning.

**Prestatiecoëfficiënt van compacte schroefcompressor en HCFO-1233zd(E) voor verschillende inlaattemperaturen van de warmtebron (spreiding 5K)**



## WARMTEPOMPEN EN WARMWATEROPSLAG DRAGEN BIJ AAN DE OPLOSSING VAN HET PROBLEEM DOOR SCHOMMELINGEN IN DE TOEVOER VAN HERNIEUWBARE ENERGIEBRONNEN

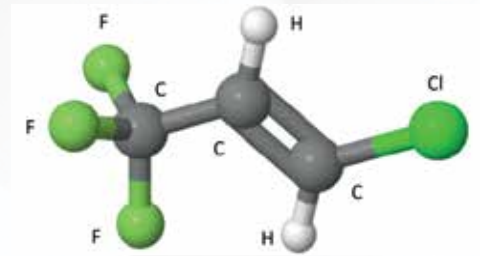
Warmtepompen kunnen worden geprogrammeerd om te werken tijdens bepaalde periodes van de dag wanneer de elektriciteitskosten het laagst zijn, vooral vanwege schommelingen in de toevoer van hernieuwbare energiebronnen. Door het beheer van de belasting aan te passen aan de mix van het elektriciteitsnet, helpen warmtepompsystemen (inclusief opslag aan de kant van de warmtebron en de warmtebehoefte) de vraag naar hernieuwbare energie af te vlakken. Werken wanneer de elektriciteitskosten het laagst zijn, verkort de terugverdientijd van de unit.

Industriële ARMSTRONG+COMBITHERM-hogetemperatuurwarmtepompen kunnen worden geïntegreerd in operationele systemen van installaties via de PLC die bij de unit wordt geleverd. Ze zijn ook IoT-ready, met de mogelijkheid om cruciale energie- en operationele gegevens te communiceren naar dashboards in de cloud.

## HCFO-1233ZD(E) IS DE WERKVLOEISTOF BIJ UITSTEK VOOR INDUSTRIËLE HOGETEMPERATUURWARMTEPOMPEN

Het selecteren van de juiste werkvloeistof is een beslissing die van cruciaal belang is bij het ontwerpen van een warmtepomp. Behalve dat deze werkvloeistof onschadelijk moet zijn voor mens en milieu, moet deze de thermodynamische eigenschappen hebben die nodig zijn om op betrouwbare en economische wijze warmte boven 80 °C/176 °F te produceren door het koelcircuit op relatief lage druk te laten draaien.

Armstrong International en Combitherm hebben werkvloeistoffen die beschikbaar zijn voor toepassingen op het gebied van industriële hogetemperatuurwarmtepompen uitgebreid technisch en economisch beoordeeld<sup>4</sup>. Onze conclusie is dat alleen 1233zd(E) het niveau van veiligheid, betrouwbaarheid en kosten biedt dat nodig is om hogetemperatuurwarmtepompen voldoende op te schalen voor een significante impact op het koolstofvrij maken van lichte industrieën.

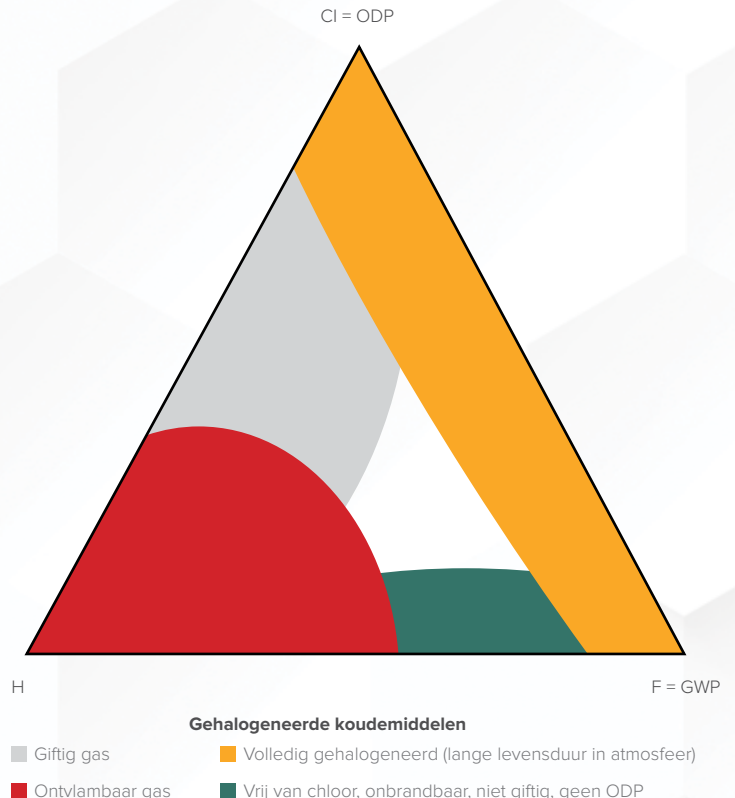


## ONSCHADELIJK VOOR MENS EN MILIEU

De kenmerken van 1233zd(E), die tot de HCFO-categorie behoort, maken deze de werkvloeistof bij uitstek geschikt voor industriële hogetemperatuurwarmtepompen. De werkvloeistof heeft een ozonafbrekend vermogen (ODP, Ozone Depletion Potential) van 0 en een aardopwarmingsvermogen (GWP, Global Warming Potential) van minder dan 5<sup>1</sup> - aanzienlijk lager dan het GWP > 1000 van de HFK-werkvloeistoffen die voorheen werden gebruikt<sup>5</sup>.

Verder is deze niet-ontvlambaar en niet-toxisch en behoort dus tot de veiligste A1-klasse. HCFO-1233zd(E) heeft een zeer korte atmosferische levensduur van 36 dagen (wereldwijd gemiddelde, lokale waarden afhankelijk van de klimatologische omstandigheden<sup>1</sup>) en een experimentele kans van 0% dat deze TFA oplevert (theoretische kans < 2%).

Deze kenmerken verklaren waarom HCFO-1233zd(E) steeds meer wordt gebruikt als vervanging van HFK's in andere toepassingen, zoals isolatieschuim dat wordt gespoten op bouwplaatsen en airconditioningsystemen in auto's.

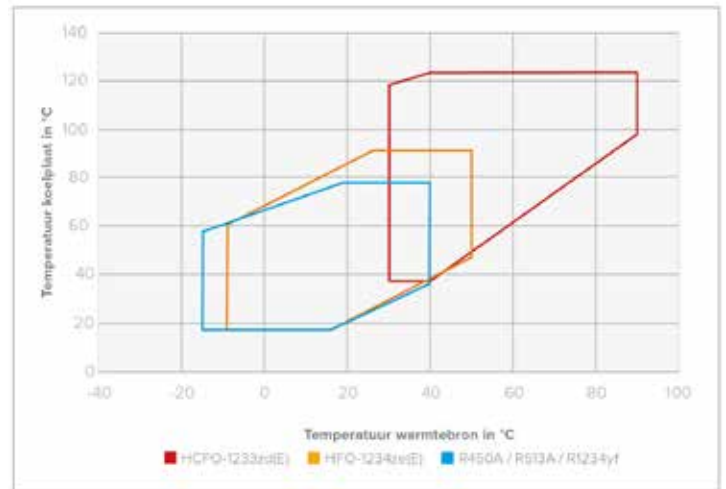


## WARMTEBRONNEN VANAF 30 °C (86 °F) EN KOELPLATEN TOT 120 °C (248 °F)

Het kookpunt van HCFO-1233zd(E) is 18°C/65°F, wat een druk van 1 barg bij de verdamer mogelijk maakt, terwijl restwarmte wordt teruggewonnen uit bronnen van 30 °C/86 °F of hoger. De kritieke temperatuur van deze werkvloeistof is 166 °C/331 °F, wat betekent dat de druk bij de condensor lager is dan 17 barg/250 psi, terwijl warmtebehoefte tot 120 °C/248 °F worden geleverd. Bij dit temperatuurniveau kan heet water worden verdampt om stoom met lage druk te genereren voor toepassingen die dit vereisen.

Als de warmtebron geen temperatuur van 30 °C/86 °F kan bereiken, kan een primaire lus worden geïmplementeerd met een andere werkvloeistof: HFO-1234ze(E) (behorend tot klasse A2L, lage ontvlambaarheid) of zelfs water. Met HFO-1234ze(E) kan de temperatuur van de warmtebehoefte oplopen tot 90 °C/194 °F, wat het ontwerp van een cascadesysteem makkelijker maakt.

Toepassingsgebieden voor schroefcompressor



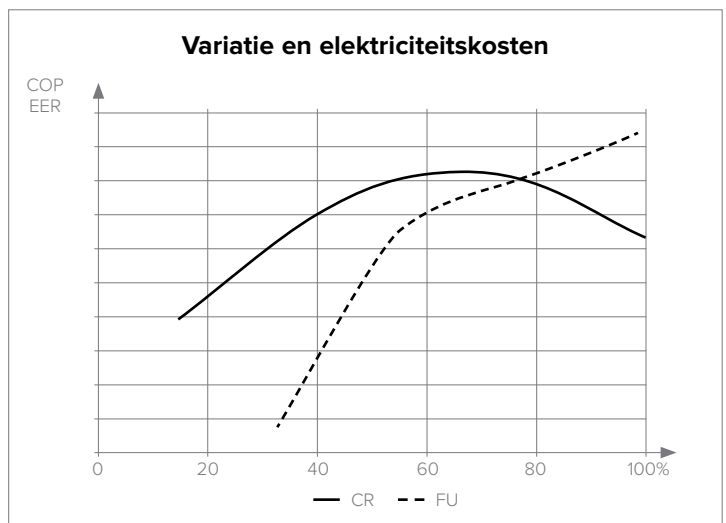
## FLEXIBELE WERKING VOOR AANPASSING AAN BELASTINGSVARIATIES EN ELEKTRICITEITSKOSTEN

Warmtepompen werken het meest efficiënt bij 100% compressorcapaciteit, waarvoor opslag van warm water aan de kant van de warmtebehoefte is vereist. Schuifregelaars die in schroefcompressoren zijn geïntegreerd, maken echter werking mogelijk tot 80% van de maximale belasting, met een beperkte negatieve impact op de prestatiecoëfficiënt (COP).

Ter voorkoming van een verdere verslechtering van de prestatiecoëfficiënt voor belasting tussen 50% en 80% wordt een variabele frequentieaandrijving (Variable Frequency Drive, VFD) aanbevolen.

Door het ontwerp van de unit met meerdere compressoren wordt deze flexibiliteit ook bereikt - soms zonder dat een VFD nodig is - terwijl de negatieve impact op de prestatiecoëfficiënt wordt beperkt.

Variatie en elektriciteitskosten





## **HOGERE BETROUWBAARHEID VOOR MINDER ONDERHOUD EN STILSTAND**

Industriële ARMSTRONG+COMBITHERM-hogetemperatuurwarmtepompen zijn het resultaat van onze ervaring in hogetemperatuurwarmtepompen (boven 80 °C/176 °F) sinds 2005. De schroefcompressortechnologie heeft zich bewezen bij het gebruik van andere werkvloeistoffen, voordat deze in 2020 werd aangepast aan HCFO-1233zd(E) en toepassingen tot 120 °C/248 °F. Vanwege het specifieke volume van deze werkvloeistof kan de compressor bij een relatief laag drukniveau (minder dan 17 bar/250 psi) draaien, wat ruim onder de ontwerpdruk van 28 bar/400 psi is.

Het ontwerp van de industriële hogetemperatuurwarmtepompen is geoptimaliseerd om inbedrijfstelling, testen en onderhoud van de hoofdonderdelen te vergemakkelijken.

Ons vertrouwen in de betrouwbaarheid van ARMSTRONG+COMBITHERM-warmtepompen wordt bewezen door de langere garantie bij contracten voor preventief onderhoud.

## **LAGERE KAPITAALINVESTERINGEN DOORDAT GEEN EXTRA VEILIGHEIDSSVEREISTEN NODIG ZIJN**

Onze keuze voor HCFO-1233zd(E) verbetert niet alleen de betrouwbaarheid van industriële ARMSTRONG+COMBITHERM-hogetemperatuurwarmtepompen, er zijn ook geen extra veiligheidssystemen nodig om gebruikers te beschermen tegen de giftigheid en ontvlambaarheid van andere werkvloeistoffen. Dit verlaagt de totale investeringskosten en operationele kosten aanzienlijk, waardoor terugwinning van restwarmte haalbaar wordt.

## **GEEN TIJD TE VERLIEZEN**

De terugwinning van laagwaardige restwarmte levert een van de belangrijkste bijdragen aan energie-efficiëntie. Ze vergemakkelijkt de uitdaging van thermische decarbonisatie waarmee de wereld wordt geconfronteerd. Industriële ARMSTRONG+COMBITHERM-hogetemperatuurwarmtepompen zijn de oplossing om het primaire energieverbruik van installaties aanzienlijk te verlagen. Thermische decarbonisatie is realiseerbaar op een veilige, betrouwbare en economische manier.



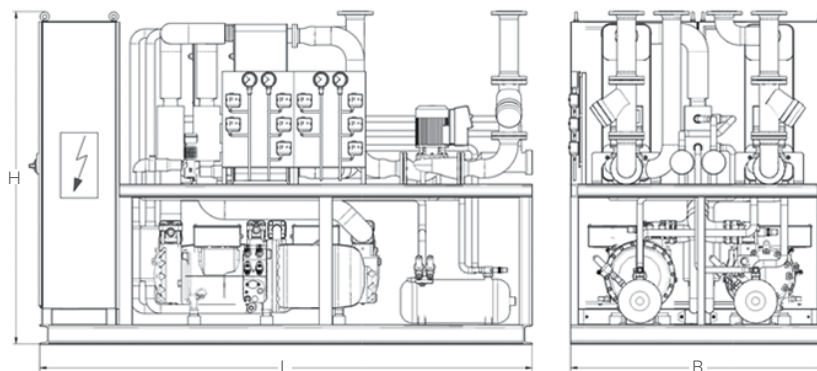
## AFMETINGEN EN VERWARMINGSCAPACITEIT IN KW

HWW-serie met schroefcompressor, werkvloeistof HCFO-1233zd(E)

Warmtepomp Type	Vermogen <sup>1</sup>	Lengte mm	Breedte mm	Hoogte mm	Gewicht kg
HWW 7553	127	3100	1200	2100	1900
HWW 7563	147	3200	1200	2100	1900
HWW 7573	167	3200	1200	2100	2000
HWW 7583	191	3200	1200	2100	2200
HWW 8553	204	3300	1200	2100	2500
HWW 8563	232	3300	1200	2100	2600
HWW 8573	265	3400	1200	2100	2800
HWW 8593	346	4000	2000	2100	3600
HWW 9553	346	4000	2000	2200	4000
HWW 9563	397	4000	2000	2200	4200
HWW 9573	452	4100	2000	2200	4500
HWW 9583	520	4100	2000	2200	4800

Warmtepomp Type	Vermogen <sup>1</sup>	Lengte mm	Breedte mm	Hoogte mm	Gewicht kg
HWW 2/7553	255	3100	1600	2100	3000
HWW 2/7563	293	3200	1600	2100	3200
HWW 2/7573	333	4200	2000	2100	4000
HWW 2/7583	381	4200	2000	2100	4200
HWW 2/8553	407	4200	2000	2100	4800
HWW 2/8563	464	4300	2000	2100	5100
HWW 2/8573	530	4500	2000	2100	5300
HWW 2/8593	691	4900	2000	2100	6300
HWW 2/9553	691	4900	2000	2200	7200
HWW 2/9563	795	4900	2000	2200	7400
HWW 2/9573	905	4900	2000	2200	7800
HWW 2/9583	1040	4900	2000	2200	8500

<sup>1</sup> Warmwaterwarmtebron 60 °C/140 °F, warmtebehoefte 98 °C/208 °F







INTELLIGENTE OPLOSSINGEN VOOR THERMISCHE SYSTEMEN VAN EEN  
WERELDLEIDER IN ENERGIEBEHEER EN AANGENAME ERVARINGEN

**Armstrong International**  
Europa/Midden-Oosten/Afrika  
[armstronginternational.eu](http://armstronginternational.eu)