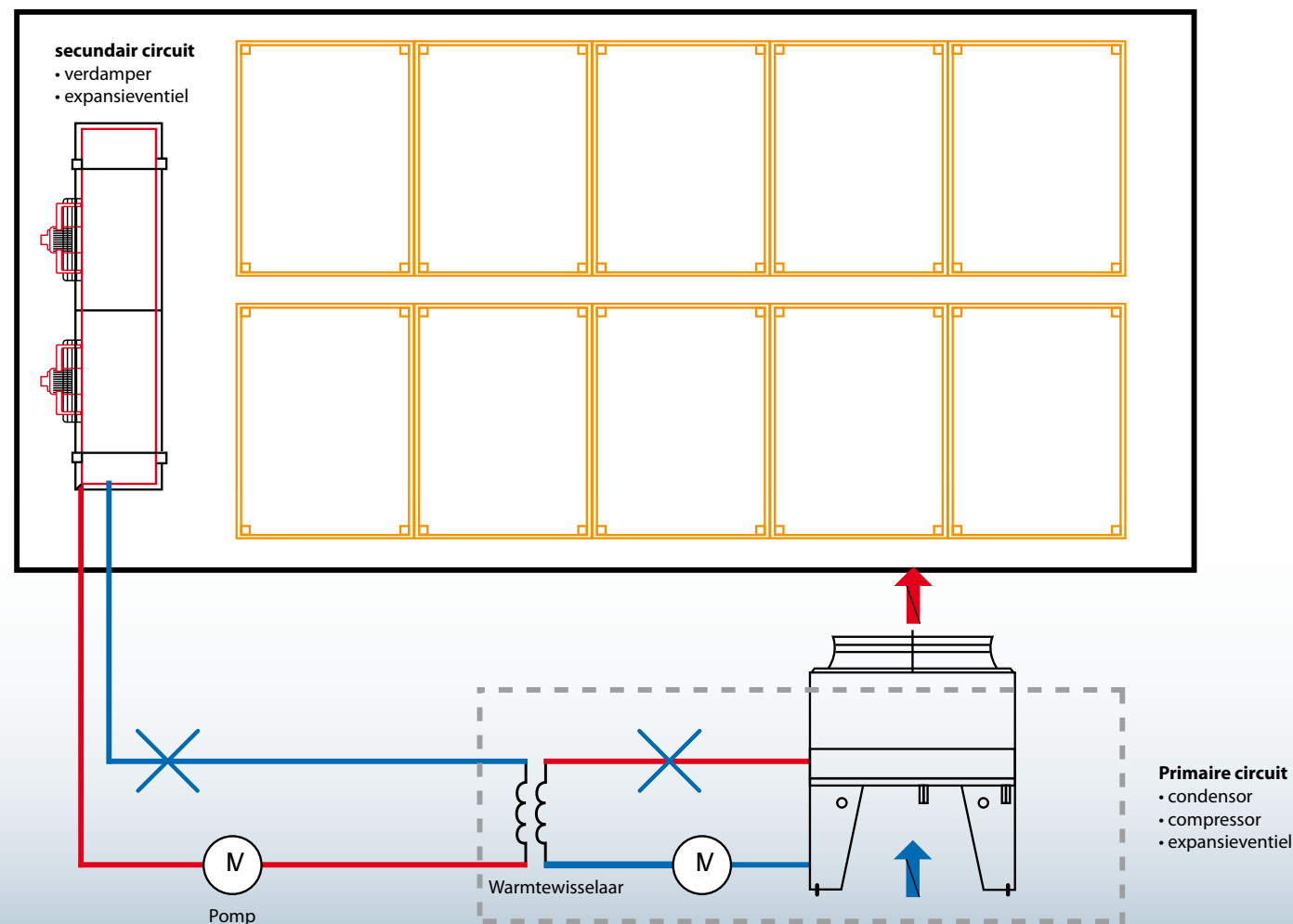


# CO<sub>2</sub>-propaankoeling: een interessante optie

Een middelgroot koelsysteem met CO<sub>2</sub>-propaan is technisch gezien marktrijp. Komende jaren gaat DLV Bouw Milieu en Techniek samen met enkele akkerbouwers en een installateur het economisch perspectief van deze installatie onderzoeken.

**T**elers worstelen regelmatig met vragen over koeling met natuurlijke koudemiddelen. In het julinumnummer van LandbouwMechanisatie stond al een artikel over de mogelijkheden van ammoniak bij grotere koelinstallaties. Voor middelgrote koelinstallaties (80-160 kW koelvermogen) is een installatie met CO<sub>2</sub>-propaan mogelijk interessant. Deze koelt met een indirect koelsysteem dat bestaat uit twee circuits:

een primair en een secundair circuit (zie figuur hieronder). Het primaire circuit is de feitelijke koelinstallatie die bestaat uit een condensator, een compressor, een expansieventiel en een warmtewisselaar. Bij een direct circuit is er sprake van een warmtewisselaar (koelmiddel-lucht): de verdamper. Ook bij een indirect systeem is er een warmtewisselaar (koelmiddel-koelmiddel). Het systeem is dus bijna



▲ Het secundaire circuit van de CO<sub>2</sub>-propaaninstallatie is gevuld met CO<sub>2</sub>.



▲ De warmtewisselaar draagt de koude van het propaan over aan de CO<sub>2</sub>.



▲ Het voorraadvat met CO<sub>2</sub> moet constant gekoeld worden.

identiek aan de gangbare koelsystemen, met dit verschil dat de warmtewisselaar de warmte niet uit de cel haalt, maar uit het secundaire circuit.

## Inspuitventielen

Het secundaire circuit bestaat uit dezelfde warmtewisselaar, een pomp, inspuitventielen en verdamper. De warmtewisselaar neemt de koude over van het primaire circuit. Deze koude wordt verpompt naar de verdamper, waar het vervolgens de cel koelt.

Bij een installatie met CO<sub>2</sub>-propaan is het primaire circuit gevuld met propaan. Dit middel heeft goede koeltechnische eigenschappen, maar is zeer brandbaar. Toch is het brandgevaar beperkt doordat het middel in een relatief klein circuit zit.

Het secundaire circuit is gevuld met CO<sub>2</sub>. De druk is bij CO<sub>2</sub> erg hoog. Hierdoor is een installatie met CO<sub>2</sub> in het primaire deel of zelfs een direct koelsysteem niet mogelijk. Onder 5 graden Celsius is de druk nog wel in de hand te houden. Maar daarboven ontstaan er drukken van ver over de 40 bar en daarom is constant een koeling van het voorraadvat nodig.

CO<sub>2</sub> is een natuurlijke koudedragers die niet explosief en/of giftig is, al kan het in hoge concentraties schadelijk zijn voor de gezondheid. Daarom wordt in elke cel een CO<sub>2</sub>-detectie aangebracht.

## Oververhitting

De CO<sub>2</sub> in het secundaire circuit heeft nog een ander voordeel. Net als bij de ammoniakkoeling is er geen oververhitting nodig. Het temperatuurverschil tussen de lucht die door de verdamper gaat en het koudemiddel in de verdamper kan kleiner zijn. Bij een kleiner

temperatuurverschil (Delta-T) is de afkoeling van de lucht in de verdamper kleiner. Het vochtverlies daalt dan iets – een voordeel, vooral bij producten die hiervoor gevoelig zijn. Daarnaast is het vochtverschil ook beter instelbaar.

Bijkomend voordeel is dat het volledige oppervlak van de verdamper beter wordt benut. De verschillen in de celtemperatuur dalen daardoor. Ook zorgt de iets hogere luchttemperatuur voor minder aanvriezen van het oppervlak van de verdamper. Bij een producttemperatuur van bijvoorbeeld 2 graden Celsius en een Delta-T van 4 graden Celsius, heeft dit oppervlak een temperatuur van -2 graden Celsius. Dat is vaak met cellucht te ontdooien en scheelt een investering in een dure ontdooiing. Overigens is die ontdooiing tevens het nadeel van een CO<sub>2</sub>-propaaninstallatie: een energiezuinige heetgasontdooiing is niet mogelijk. Telers zullen moeten kiezen voor een elektrische ontdooiing.

## Energiebesparing

Het indirect koelen zorgt voor een hoger energieverbruik dan bij een directe koeling. Bij de overdracht van warmte in de warmtewisselaar gaat nu eenmaal energie verloren. Dat betekent dat de compressor de propaan bij de warmtewisselaar kouder moet afleveren. Bij een indirect systeem is daarnaast ook nog een pomp voor het secundaire circuit nodig. Bij het gebruik van glycolwater is een forse pomp nodig die het stroomverbruik aanzienlijk verhoogt. Bij het gebruik van CO<sub>2</sub> in het secundaire systeem is die pomp vele malen kleiner. De leidingweerstand is veel lager, waardoor het stroomverbruik van die pomp laag is. Toch is de installatie op CO<sub>2</sub>-propaan zeer energiezuinig. Propaan heeft

namelijk heel goede koeleigenschappen, wat de verliezen meer dan compenseert. Uit de oriënterende test en berekeningen blijkt dat de installatie op CO<sub>2</sub>-propaan een zogeheten COP van circa 5,5 heeft. Dit betekent dat er 1,0 kW elektrische energie nodig is om 5,5 kW warmte uit de koelcel te halen. Gangbare installaties op de koudemiddelen R404A en R507 hebben een COP van 3 à 3,5. Deze installaties hebben dus 40 procent meer energie nodig voor hetzelfde koelresultaat. Bij een installatie met 80 kW koelvermogen en 1.500 draaiuren scheelt dit jaarlijks 11.400 kWh.

## Rendabiliteit

Het perspectief van deze installatie hangt af van de jaarkosten en de directe investeringskosten. Kijk je alleen naar de investeringskosten, dan is een installatie op CO<sub>2</sub>-propaan te duur. Maar als je de lagere energie- en keuringskosten ook meeneemt, ontstaat er een heel ander beeld. Daarnaast kun je profiteren van de Energie-investeringsaftrek. Om de jaarkosten te vergelijken met die van gangbare installaties, heeft DLV een indicatieve doorrekening gemaakt van een koelinstallatie voor winterpeen van 100 kW. Daaruit blijkt dat de jaarkosten van een koelinstallatie met CO<sub>2</sub>-propaan ongeveer gelijk zijn aan die van een koelinstallatie met de koelmiddelen R134a of R507. Uiteraard geeft dit slechts een indicatie. De voordelen van een kleinere Delta-T op de indroging en het ontdooien zijn nog niet meegerekend, maar zijn in het voordeel van de CO<sub>2</sub>-propaankoeling. Dalende investeringskosten doordat er meer installaties komen, werkt daaraan positief mee. Minder draaiuren zoals bij pootgoed hebben echter weer een negatieve invloed op het totaalplaatje. **LM**