



De keuze van koel/vriessystemen in supermarkten

In vier stappen naar winst- en imagoverbetering

De keuze van koel/vriessystemen in supermarkten

Deze handreiking helpt ú, als supermarktondernemer, op weg om een beter koel/vriessysteem te kiezen en zo voordelen te realiseren voor uw exploitatie en het milieu. U kunt na het doorlopen van het stappenplan uw voorkeuren aangeven naar uw installatiebureau.

Waarom ?

Het is de moeite waard u zelf te oriënteren op de keuze van een koel/vriessysteem, omdat u met deze keuze voor de komende jaren de gebruikskosten en de emissies van het systeem bepaalt. Als ondernemer doet ú de afweging tussen kosten en baten. Het is daarbij belangrijk ook naar de toekomst te kijken. U en de adviseur kunnen hiermee een afgewogen keuze maken rekening houdend met het marktaanbod. Door uw voorkeur aan te geven naar de installateur, kan deze met een passende offerte komen.

Beter hoeft niet duurder te zijn

We zetten in deze handreiking de voors en tegens van de verschillende koel/vriessystemen op een rij. Daarbij maken we onderscheid in drie grootteklassen van supermarkten:

- de buurtsuper;
- de doorsnee supermarkt;
- de megasuper.

In deze brochure kunt u lezen dat een systeem met lagere emissies niet duurder hoeft uit te pakken dan een 'standaard' systeem. De winst voor het milieu is vaak aanzienlijk. Daarbij komen nog de voordelen van een lagere energierekening en een beter imago.

Milieudoelstelling (Kyoto)

In het kader van het Kyoto-protocol moet de emissie van broeikasgassen omlaag. Voor koelsystemen betekent dit dat deze energiezuinig en lekdicht moeten zijn¹⁾. Wanneer u kiest voor een systeem met een lage emissie voldoet u aan deze eis en kunt u gebruik maken van een positief imago.

Stappen

Stap 1. Een eerste stap bij het bereiken van een beter koel/vriessysteem in uw (toekomstige) supermarkt is te kiezen voor energiezuinige koel/vriesmeubelen. Omdat u daarmee de koelvraag terugbrengt, kan ook de capaciteit van het systeem omlaag.

Stap 2. Vervolgens kiest u het koel/vriessysteem zelf. De keuzemogelijkheden zijn hier in de afgelopen jaren toegenomen, met aanzienlijke

1) Wet Milieubeheer, Besluit ozonlaagafbrekende stoffen Wms 2003 en Besluit broeikasgassen Wms 2003

ENERGIEZUINIGE MEUBELEN BETEKENT EEN LAGER ENERGIE-
GEBRUIK EN EEN KLEINERE EN GOEDKOPERE KOELINSTALLATIE.

verschillen in de investering, emissies en exploitatiekosten. Om u bij de keuze te helpen hebben wij acht verschillende - moderne en traditionele- systemen doorgerekend voor een buurtsupermarkt, een doorsnee supermarkt en een megasupermarkt.

U vindt de resultaten van alle systemen in deze handreiking. U hoeft zich dus niet zelf te verdiepen in deze systemen. In het volgende hoofdstuk vindt u wel wat achtergrondinformatie over koel/vriessystemen en koudemiddelen. Maar u kunt volstaan met het kiezen van de koelmeubelen en het aflezen van de grafiek en tabellen voor uw type supermarkt.

Stap 3. Wanneer u uw keuze heeft bepaald voor koelmeubelen en koel/vriessysteem bent u voldoende voorbereid voor een gesprek met de installateur of leverancier.

U kunt bij dit gesprek het overzicht gebruiken dat u bij het doorlopen van deze handreiking opstelt. Als resultaat ontvangt u een aantal offertes en een berekening van de kosten en het energiegebruik.

Stap 4. De definitieve keuze. Op basis van de resultaten van de voorgaande stappen en de offertes die u heeft ontvangen, maakt u nu een gefundeerde keuze.

Het EKS-rekenprogramma

Bij deze handreiking hoort het EKS-rekenprogramma. Het programma berekent op objectieve wijze het jaarlijkse energiegebruik van het koelsysteem op basis van de gegevens van uw supermarkt.

Vraag uw installateur of leverancier als onderdeel van de offerte om een berekening van het energiegebruik met dit programma.

EKS:

**Energieberekening
Koelinstallatie
Supermarkt**

L E E S W I J Z E R

| | |
|-----------------------|---|
| PAG 3: | Wat u moet weten over koel/vriessystemen |
| PAG 7: | Het stappenplan |
| PAG 9: STAP 1 | Vermindering van de koudevraag door de keuze van koel- en vriesmeubelen. |
| PAG 11: STAP 2 | Keuze koelsystemen en maatregelen |
| PAG 19: STAP 3 | Stel een offerteaanvraag op |
| PAG 21: STAP 4 | Definitieve keuze |
| BIJLAGE 1: | Uitgangspunten bij de systeemvergelijking |
| BIJLAGE 2: | Beschrijving van enkele besparingsopties |

Wat u moet weten over koel/vriessystemen

Om een goede keuze te kunnen maken uit de koel/vriessystemen heeft u enige basiskennis nodig.

Wanneer u al over basiskennis beschikt, kunt u dit deel overslaan.

Koel/vriessystemen in een notendop

De belangrijkste onderdelen van een koel/vriessysteem zijn de compressor, de condensor, de verdamp(er) en het expansieventiel.

In het systeem circuleert een koudemiddel. De afkoelende werking komt tot stand door de verdamping van het koudemiddel. Dit vindt plaats in de verdamp(er). De verdamp(er) bevindt zich in de koude ruimten: de koel/vriescel en in de koel- en vriesmeubelen.

De compressor perst het verdampte koudemiddel dat terug komt van de koelmeubelen weer samen waarbij de druk en de temperatuur sterk toenemen. De condensor onttrekt deze warmte en geeft het af aan de buitenlucht of aan een systeem voor warmteterugwinning. Het koudemiddel condenseert daarbij tot een vloeistof.

Deze vloeistof loopt via het expansieventiel weer

naar de verdamp(er)s. Daarbij dalen de druk en temperatuur van het koudemiddel en van de verdampers sterk.

Directe en indirecte koelsystemen

Bij een direct koelsysteem doorloopt het koudemiddel het gehele systeem, dus van machineruimte naar de koelmeubelen en door de verkoopruijme. Bij een indirect systeem is dat niet het geval. Hierbij zorgt een gescheiden circuit voor de distributie van de koude naar de cellen en de koelmeubelen. In dit circuit loopt geen koudemiddel, maar een koudedrag(er) met andere eigenschappen. Het distributiecircuit is gekoppeld met het koelsysteem via een warmtewisselaar.

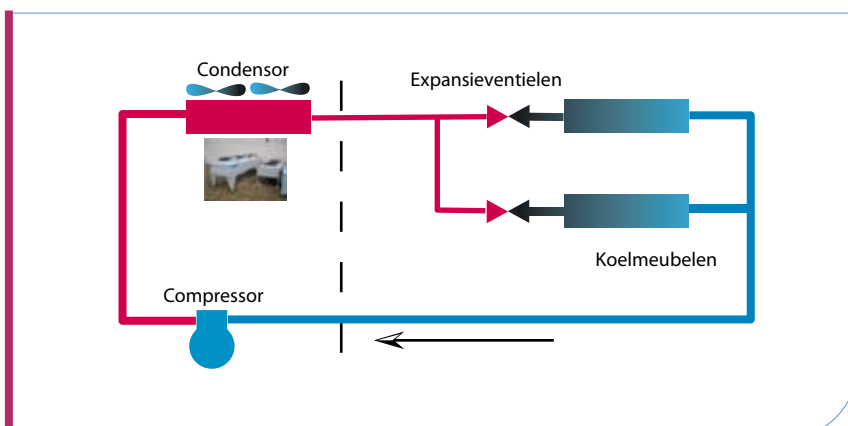
DX-systemen en pompsystemen

Het verschil tussen een DX-systeem en een pompsysteem zit met name in de dosering van het koudemiddel. Bij een DX-systeem regelt een expansieventiel nauwkeurig de dosering van het koudemiddel. Bij een pompsysteem is steeds een overmaat aan koudemiddel aanwezig in een buffervat. Dit kan zorgen voor een hoger energieverbruik, afhankelijk van systeemontwerp en regeling. De pomp in het systeem zorgt voor het transport van het buffervat naar de koelmeubelen en de koel/vriescellen. Een pompsysteem heeft een grotere koudemiddelinhoud.

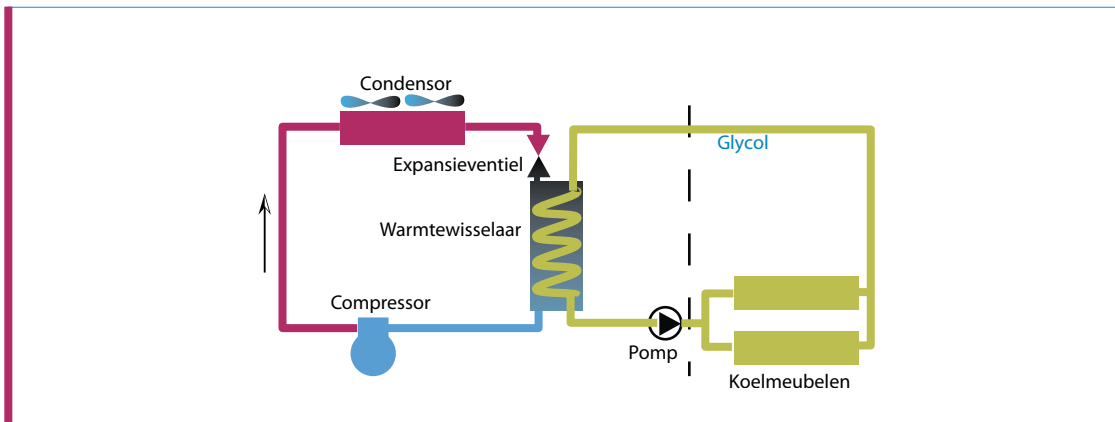
Cascadesysteem

In een cascadesysteem vindt de opwekking van koude in twee stappen plaats. De eerste stap levert koude af op een niveau dat geschikt is voor koeling.

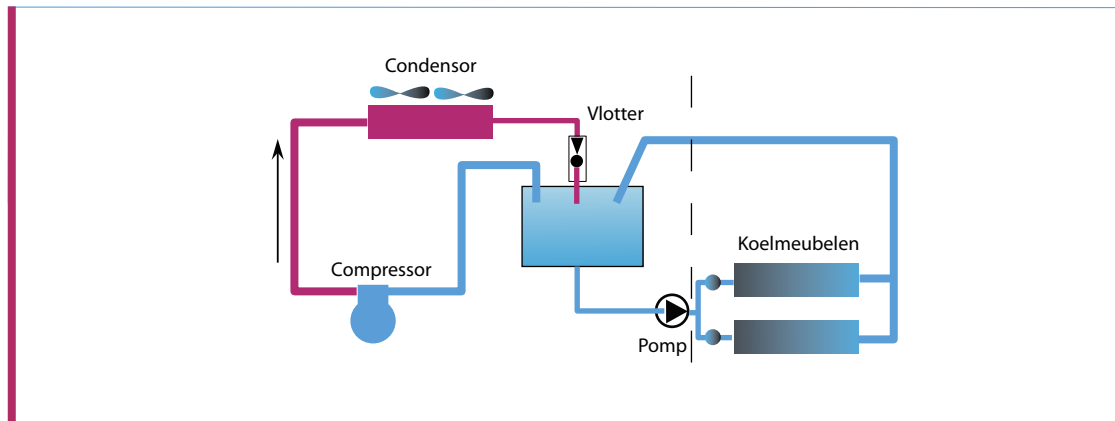
DX systeem (direct)



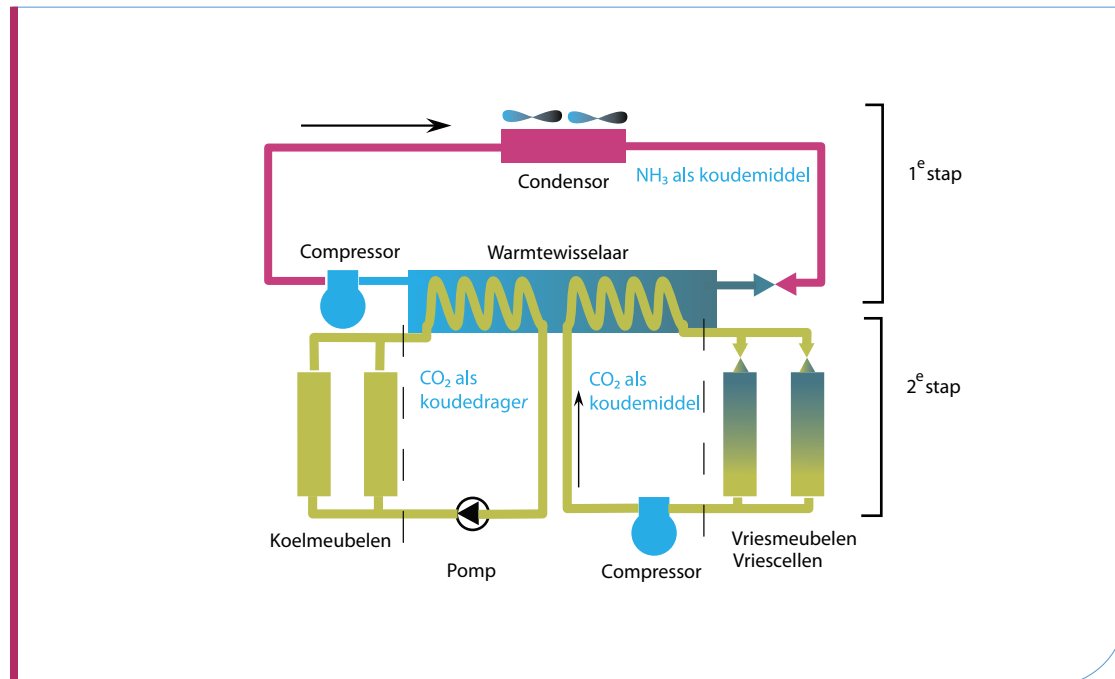
DX-systeem (indirect)



Pompsysteem (direct)



Cascadesysteem (indirect)



Het vriessysteem verzorgt in de tweede stap de verdere afkoeling tot het niveau dat nodig is voor vriescellen en vriesmeubelen. Dit heeft een voordeel voor het energiegebruik. In deze handreiking is in de eerste stap ammoniak en in de tweede stap CO₂ als - natuurlijk - koudemiddel toegepast.

Koudemiddelen

De praktijk leert dat koudemiddelen voor een deel weglekken uit het systeem. Dat is ongewenst omdat de meeste koudemiddelen een broeikas-effect hebben.

Synthetische koudemiddelen

Synthetische koudemiddelen, zoals R404A en R507 hebben een sterk broeikas-effect. Dit komt tot uiting in de hoge GWP-waarde (zie de tabel).

Natuurlijke koudemiddelen

De bekendste natuurlijke koudemiddelen zijn ammoniak (NH₃), kooldioxide (CO₂). Deze koudemiddelen hebben (vrijwel) geen broeikas-effect.

Ammoniak

Ammoniak heeft uitstekende koeltechnische eigenschappen die leiden tot een hoge efficiency van de systemen. In de industrie wordt dit koudemiddel al jarenlang toegepast. Ammoniak is een giftige en in geringe mate brandbare stof.

Daarom zijn een aantal veiligheidsmaatregelen nodig. Ook is het gewenst een zo klein mogelijke vulling van het koelsysteem te realiseren. (Bij een inhoud van meer dan 400 kg ammoniak gelden bovendien afstandseisen tot de dichtstbijzijnde bebouwing).

In deze handreiking worden alleen indirecte ammoniaksystemen beschouwd. Ammoniak wordt dan alleen in de techniekruimte toegepast. De ammoniakinhoud is dan gering (minder dan 150 kg). Bovendien kan het ammoniak bij een eventuele calamiteit niet in aanraking komen met de producten.

Toepassing koudemiddelen en koudedragers

| | AANDUIDING | GWP - WAARDE *) | ENERGIE- EFFICIENCY | TOEPASSING |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|---|
| SYNTHETISCHE KOUDEMIDDELEN | R404A | 3748 | 0 | In bestaande koel- en vriessystemen veelvuldig toegepast. |
| | R407C | 1610 | + | Bij toepassing in koelsystemen betere eigenschappen dan R404A. Niet geschikt voor vriessystemen. |
| | R507 | 3800 | 0 | Toepassing in vriessystemen en in rondpompinstallaties voor koelen en vriezen. |
| NATUURLIJKE KOUDEMIDDELEN | NH ₃ | 0 | + | Toepassing in koel- en vriesinstallaties in combinatie met een koudedragers (indirecte systemen). |
| | CO ₂ 1 | + | | Toepassing als koudemiddel alleen in cascadesystemen. |
| KOUDEDRAGERS | Glycol | 0 | 0 | In bestaande indirecte systemen veelvuldig toegepast |
| | CO ₂ 1 | 1 | + | Toepassing in indirecte systemen. |

*) Het Global Warming Potential (GWP) van een gas geeft het effect weer van de uitstoot van dat gas ten opzichte van 1 kg CO₂.

Kooldioxide

Kooldioxide heeft een lange historie als een milieuvriendelijk koudemiddel. Recentelijk is kooldioxide herontdekt als mogelijke opvolger van synthetische koudemiddelen. In vriessystemen wordt kooldioxide meer en meer toegepast als koudemiddel in de lage druktrap van een cascadesysteem en ook in koelsystemen als (verdampende) koudedrager. Kooldioxide is veilig en niet giftig. Door de hoge systeemdruk en het hoge soortelijk gewicht van het gas kan het gaszijdig deel van het systeem (de retourleiding) aanmerkelijk kleiner worden uitgevoerd.

Koudedragers

Koudedragers komen voor in indirecte systemen.

De koudedrager transporteert de koude maar de koelmeubelen en de cellen.

Het koudedistributiesysteem is via een warmtewisselaar gekoppeld met het koelsysteem.

De koudedrager is meestal een mengsel van water met een vriespuntverlager, zoals glycol.

Ook CO₂ is een goede koudedrager. Voordeel hierbij is dat de koudelevering bij constante temperatuur plaatsvindt.

Een verdere mogelijkheid is toepassen van het Flo-ice systeem als koudedrager.

Het stappenplan

Op de volgende pagina's vindt u de resultaten van de systeemvergelijkingen voor drie typen supermarkten. Maar voordat u een systeem kiest, gaan we in op de vermindering van de koudevraag met energiezuinige koelmeubelen.

Stap 1
Vermindering van de koudevraag
door de keuze van
koel- en vriesmeubelen

Stap 2
Keuze koelsystemen en -maatregelen

Stap 3
Stel een offerteaanvraag op

Stap 4
Definitieve keuze

Stap 1: Vermindering van de koudevraag door de keuze van koel- en vriesmeubelen

U wilt een bepaalde oppervlakte aan koeling in uw supermarkt. Dit vraagt om koude. U kunt de koudevraag terugbrengen door het kiezen van efficiënte koelmeubelen. Dit zorgt voor een lagere investering in het koel/vriessysteem, een lager energiegebruik en lagere emissies.

Stap 2: Keuze koelsystemen en maatregelen

In de volgende stap kiest u uw koelsysteem aan de hand van de tabellen. Deze zijn uitgewerkt voor drie typen supermarkten: de buurtsupermarkt, de doorsneesupermarkt en de megasupermarkt. Aangegeven zijn gemiddelde gegevens over de investering, de kosten, het energiegebruik en de emissies. Eventuele subsidies en fiscale voordelen zijn hierin nog niet opgenomen. Aan de hand van deze gegevens kunt u een afgewogen keuze maken uit de verschillende verkrijgbare systemen. In de overzichten vindt u ook informatie over rendabele energiebesparingsmaatregelen die u kunt toepassen in combinatie met het door u gekozen koel/vriessysteem.

Stap 3: Stel een offerteaanvraag op

U stelt vervolgens het overzicht samen van de gekozen koel- en vriesmeubelen en het koel- en vriessysteem. Dit overzicht is de basis van uw offerteaanvraag voor het koel- en vriessysteem.

Stap 4: Definitieve keuze

Vraag uw installateur het jaarlijkse energiegebruik van het geoffreerde systeem uit te rekenen met het rekenprogramma EKS (op de cd-rom). Maak pas dan uw definitieve keuze.

Invultabel koelmeubelen

| | Vul in: merk, type en lengte |
|---------------------------|------------------------------------|
| voorkeur koelmeubelen | 1 _____ |
| | 2 _____ |
| | 3 _____ |
| | 4 _____ |
| | 5 _____ |
| | 6 _____ |
| | 7 _____ |
| | 8 _____ |
| voorkeur vriesmeubelen | Vul in: merk, type en lengte _____ |
| | 1 _____ |
| | 2 _____ |
| | 3 _____ |
| | 4 _____ |
| | 5 _____ |
| | 6 _____ |
| | 7 _____ |
| 8 _____ | |

Stap 1: Vermindering van de koudevraag door de keuze van koel- en vries- meubelen

Vermindering van de koudevraag bereikt u door energiezuinige koelmeubelen toe te passen. Het koelsysteem valt daardoor kleiner en goedkoper uit en u realiseert een jaarlijkse kostenbesparing door een lager energiegebruik.

Energiezuinige meubelen zijn goed geïsoleerd, hebben een klein eigen energiegebruik (verlichting, ventilatie) en zijn voorzien van een systeem voor afdekking. Meubelen zijn meestal voorzien van een (energie)label. Deze labels lopen van A t/m G.

Het energieverbruik van koel- en vriesmeubelen met A label is circa 33 % kleiner dan die met C label. Het koelsysteem wordt daardoor in grote lijnen ook zo'n 10 à 15% goedkoper. Voor een doorsnee supermarkt (gemiddeld verkoopvloeroppervlak 760 m²) betekent dit een minderinvestering van circa € 35.000 en een lager energiegebruik van zo'n 75.000 kWh/j. In de praktijk kiezen ondernemers op dit moment meestal voor A of label B meubelen.



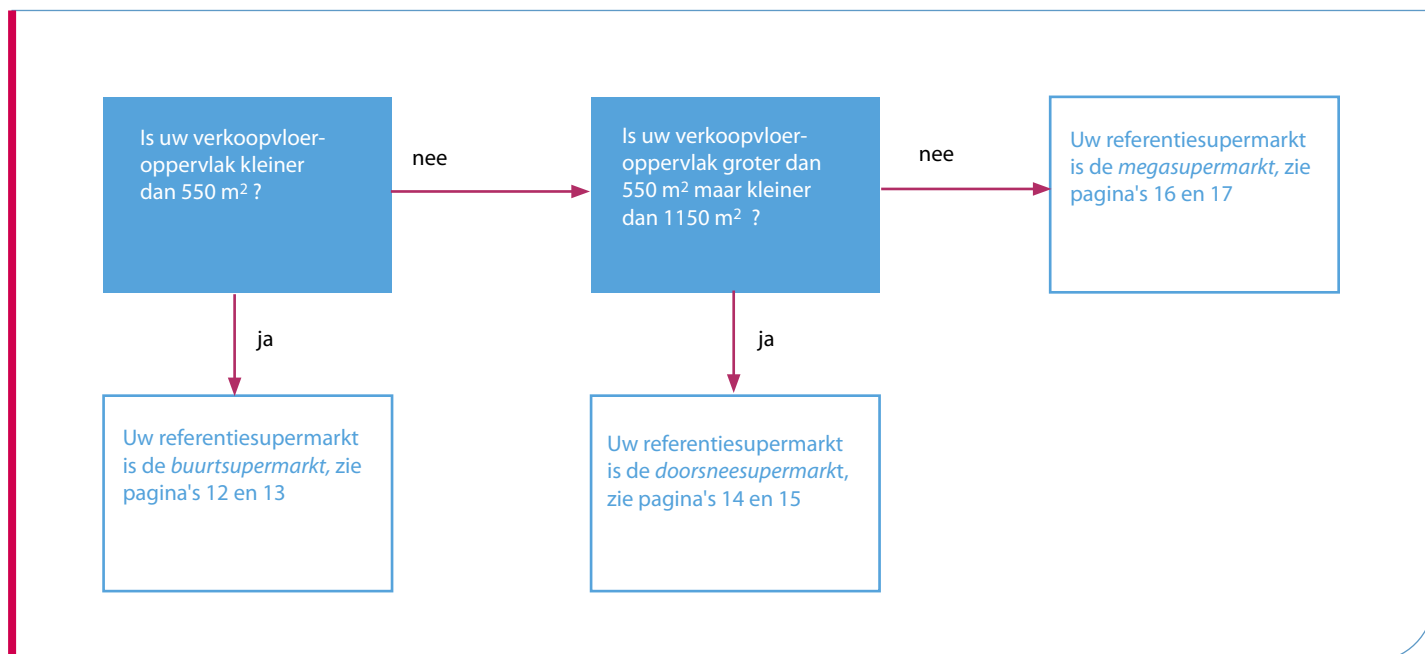
Referentiegegevens over koudevraag van het huidige aanbod aan meubelen vindt u op de site www.eurovent-certification.com of zijn via uw installateur op te vragen. Bij gecertificeerde meubelen kunt u ervan uitgaan dat de opgegeven specificaties kloppen. U kunt gecertificeerde meubelen herkennen aan het Eurovent logo.

Energielabels koelmeubelen^{*)}

| Energielabel | RELATIEF ENERGIEVERBRUIK |
|--------------|-----------------------------|
| A | < 55 % |
| B | 65% - 75% |
| C | 75% - 90% |
| D | 90% - 100% |
| E | 100% - 110% |
| F | 110% - 125% |
| G | meer dan 125% |

^{*)} Experience with a voluntary energy labelling scheme for refrigerated display cabinets

Wat is uw referentiesupermarkt ?



De kosten en prestaties van de verschillende koel/vriessystemen hangen onder meer samen met het type supermarkt. We maken daarom onderscheid in drie typen: de buurtsupermarkt, de doorsneesupermarkt en de megasupermarkt. U kunt met

het schema hierboven bepalen met welk type uw supermarkt het best vergelijkbaar is. De uitkomsten van de systeemvergelijking vindt u dan op de aangegeven pagina's.

Stap 2: Keuze koelsystemen en maatregelen

Toelichting bij de volgende tabellen

U vindt de verschillende uitvoeringen van koelsystemen in de volgende tabellen en figuren aangegeven door middel van een cijfer. De eerste tabel geeft de omschrijving van de systemen (DX of pompsysteem, direct of indirect, natuurlijk of chemisch koudemiddel).

Bij de bepaling van de waarden in de tabel zijn we uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

Exploitatiekosten

Voor de kosten van een systeem kijken we naar alle kosten ontstaan tijdens de levensduur van het systeem. Naast de investeringskosten zijn dat de onderhoudskosten, de energiekosten en eventuele ontmantelingskosten. Zo kan een systeem met een lage aanschafprijs uiteindelijk toch duurder zijn door hoge onderhouds- en energiekosten.

Uitgangspunt is een gebruiksduur (economische levensduur) van zeven jaar. De verdere uitgangspunten voor de bepalingen van de exploitatiekosten zijn weergegeven in bijlage 1.

Meegenomen zijn de afschrijving, rente, energiegebruik en onderhoud. Er is géén rekening gehouden met mogelijke fiscale stimuleringsmaatregelen.

Emissies

Gebruik van energie¹⁾ en lekkage van koudemiddelen veroorzaken de broeikasgasemissie van een koelsysteem. Het gebruik van elektrische energie veroorzaakt

een indirecte emissie van CO₂ (in de centrale). Verlaging van het elektriciteitsverbruik leidt tot verlaging van deze CO₂ emissie.

In de praktijk bedraagt de lek van koudemiddel uit de installatie rond de 5% per jaar (1999).

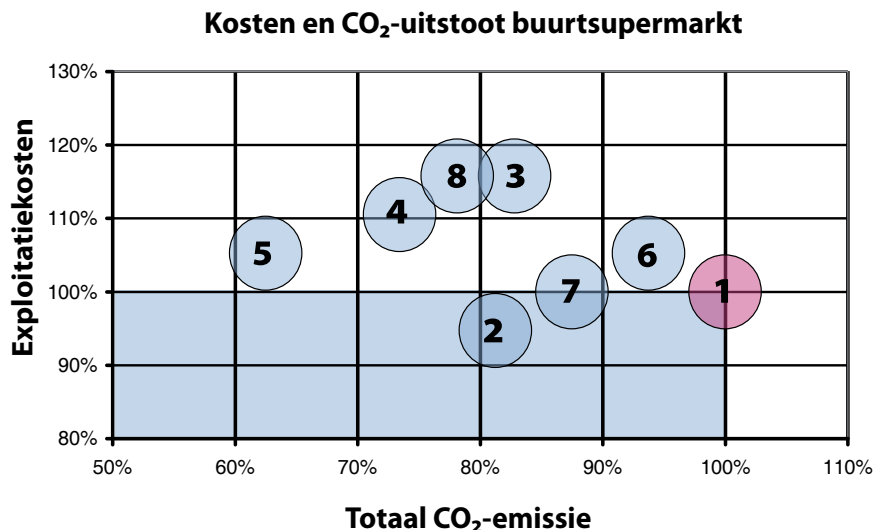
Synthetische koudemiddelen zoals R507 en R404A hebben een groot broeikaseffect, namelijk zo'n 3800 x zo groot als dat van CO₂. In de tabellen is dit omgerekend naar de equivalente CO₂-emissie. Dat is een emissie van een bepaalde hoeveelheid CO₂ met hetzelfde broeikaseffect.

Kies uw referentiesupermarkt

Kies uw referentiesupermarkt aan de hand van het schema op de linker pagina en ga naar de aangegeven pagina's voor de keuze van een koelstelsel. Daarna kunt u verder gaan met stap 3 op pagina 19.

1) Voor de berekeningen van het jaarlijkse energiegebruik voor de beschouwde koelsystemen is uitgegaan van de KNMI gegevens van het referentiejaar voor De Bilt. De uitgangspunten hierbij voor het koelsysteem, zoals temperatuurverschillen en compressorrendementen zijn eveneens weergegeven in bijlage 1.

Invultabellen keuze koelsystemen en besparingsopties buurtsupermarkt



TABEL 1: KOELSYSTEMEN BUURTSUPERMARKT

(Plaats een vinkje bij uw keuze. U kunt het dan gemakkelijk terugvinden)

| systeem | koude middel | Koude-drager | Investering (x1000€) | Exploita-tiekosten (x1000 €/j) | Energie-verbruik (x1000kWh/j) | CO ₂ t.g.v. energiever-bruik (ton/j) | CO ₂ t.g.v. gebruik koude-middel (ton/j) | <input type="checkbox"/> |
|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|---|--------------------------|
| 1. DX direct | R404A/ R507 | | 53 | 19 | 77 | 47 | 17 | <input type="checkbox"/> |
| 2. DX direct | R407C | | 52 | 18 | 69 | 42 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 3. DX indirect | R407C | glycol | 75 | 22 | 80 | 49 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 4. DX indirect | NH ₃ | glycol | 75 | 21 | 74 | 45 | 2 | <input type="checkbox"/> |
| 5. Cascade | NH ₃ | CO ₂ | 73 | 20 | 65 | 40 | 0 | <input type="checkbox"/> |
| 6. Pomp direct | R404A | | 75 | 20 | 55 | 34 | 26 | <input type="checkbox"/> |
| 7. Pomp direct | R507 | | 72 | 19 | 50 | 30 | 26 | <input type="checkbox"/> |
| 8. Pomp indirect | R507 | glycol | 78 | 22 | 60 | 37 | 13 | <input type="checkbox"/> |

TABEL 2: BESPARINGSOPTIES BUURTSUPERMARKT

(Plaats een vinkje bij uw keuze. U kunt het dan gemakkelijk terugvinden)

| | Toepas-baarheid bij nieuwbouw | Toepas-baarheid bij renovatie | Meer-investering (x1000€/j) | Energie-besparing (x1000€/j) | Terug-verdientijd (jaar) | Afname CO ₂ -emissie (ton CO ₂ /j) | <input type="checkbox"/> |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|
| Warmteterugwinning vloerverwarming | v | *) | 5 tot 7 | **) | 3 tot 4 | 9 | <input type="checkbox"/> |
| Warmteterugwinning luchtverwarming | v | *) | 9 tot 11 | **) | 5 tot 6 | | <input type="checkbox"/> |
| Elektrisch expansieventiel DX direct | v | v | 10 | 8 tot 9 | > 10 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| Elektronisch expansieventiel DX indirect | v | v | 2 | 4 tot 7 | 4 | | <input type="checkbox"/> |
| Compressor met hoog rendement | v | v | 0 | 2 tot 4 | n.v.t. | 3 tot 5 | <input type="checkbox"/> |
| Frequentieregelaar compressor | v | v | 0,6 | 2 tot 4 | 2 tot 4 | 1 tot 2 | <input type="checkbox"/> |
| Toerenregeling condensor | v | v | 0,5 | 1 tot 2 | 3 tot 8 | 1 tot 2 | <input type="checkbox"/> |
| *) Hangt af van de situatie | | | | | | | |
| **) Besparing ca. 10.000 m ³ gas, verbruik elektriciteit 15.000 kWh hoger | | | | | | | |

Koelsystemen voor de buurtsupermarkt

| PRAKTIJKGEGEVENS BUURTSUPERMARKT | |
|--|--------------------|
| Winkeloppervlak | 300 m ² |
| Totaal oppervlak (incl. magazijn en kantoor) | 375 m ² |
| Inhoud koelmeubelen incl. ruimtekoeeling | 26 m ² |
| Inhoud koelcellen | 18 m ³ |
| Inhoud vriesmeubelen | 5 m ³ |
| Inhoud vriescellen | 5 m ³ |

Keuze uitvoering koelsysteem

Het standaardstelsysteem voor een buurtsupermarkt is systeem 1: een direct DX-systeem met als koudemiddel R404A of R507. Dit systeem vindt u op de eerste regel in de hiernaast afgebeelde tabel 1.

De 1^e kolom van tabel 1 beschrijft beknopt de opbouw van het systeem en 2^e kolom geeft aan welk koudemiddel wordt toegepast.

U vindt in de tabel ook de specificaties van de andere systemen. De gegevens van de koelsystemen zijn ook weergegeven in de grafiek en gekenmerkt aan de hand van een cijfer. Dit cijfer komt overeen met de beschrijving in tabel 1.

De beste systemen

Uit de tabel en uit de grafiek blijkt dat ten opzichte van dit standaardstelsysteem verbeteringen mogelijk zijn op het gebied van de emissies en de exploitatiekosten.

De beste keuze is systeem 2, het DX koelsysteem met koudemiddel R407C. Dit systeem heeft lage exploitatiekosten en een kleine totale broeikasgasemissie en is dus goed voor het bedrijfsresultaat en het milieu.

Systeem 5, het NH₃/CO₂- systeem heeft de laagste totale broeikasgasemissie, bij iets hogere dan gemiddelde exploitatiekosten.

Geef uw keuze van koelsysteem aan door middel van een vinkje in de laatste kolom van tabel 1.

Keuze besparingsmaatregelen

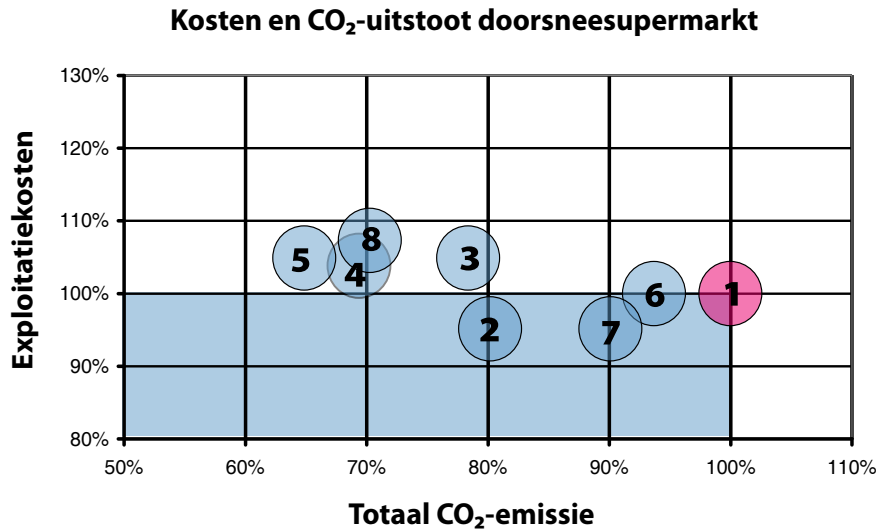
De grootste energiebesparingen realiseert u door toepassing van de maatregelen *warmte-terugwinning* en *elektronisch expansieventiel* in combinatie met condensordrukregeling.

In bestaande situaties is warmteterugwinning niet altijd te realiseren. Bij nieuwbouw kunt u het gebouwonwerp afstemmen op de toepassing van warmteterugwinning.

Meer informatie over deze besparingsopties vindt u in de bijlage.

Geef uw keuze voor besparingsopties aan door middel van een vinkje in de laatste kolom van tabel 2.

Invultabellen keuze koelsystemen en besparingsopties doorsneesupermarkt



TABEL 3: KOELSYSTEMEN DOORSNEESUPERMARKT

(Plaats een vinkje bij uw keuze. U kunt het dan gemakkelijk terugvinden)

| stelsysteem | koude middel | Koude-drager | Investering (x1000€) | Exploita-tiekosten (x1000 €/j) | Energie-verbruik (x1000kWh/j) | CO ₂ t.g.v. energiever-bruik (ton/j) | CO ₂ t.g.v. gebruik koude-middel (ton/j) | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|---|--------------------------|
| 1. DX direct | R404A/ R507 | | 135 | 41 | 130 | 79 | 32 | <input type="checkbox"/> |
| 2. DX direct | R407C | | 130 | 39 | 118 | 72 | 17 | <input type="checkbox"/> |
| 3. DX indirect | R407C | glycol | 156 | 43 | 134 | 82 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 4. DX indirect | NH ₃ | glycol | 163 | 43 | 122 | 75 | 2 | <input type="checkbox"/> |
| 5. Cascade | NH ₃ | CO ₂ | 169 | 43 | 118 | 72 | 0 | <input type="checkbox"/> |
| 6. Pomp direct | R404A | | 164 | 41 | 91 | 55 | 49 | <input type="checkbox"/> |
| 7. Pomp direct | R507 | | 159 | 39 | 82 | 50 | 50 | <input type="checkbox"/> |
| 8. Pompsysteem indirect | R507 | glycol | 165 | 44 | 98 | 60 | 18 | <input type="checkbox"/> |

TABEL 4: BESPARINGSOPTIES DOORSNEESUPERMARKT

(Plaats een vinkje bij uw keuze. U kunt het dan gemakkelijk terugvinden)

| | Toepas-baarheid bij nieuwbouw | Toepas-baarheid bij renovatie | Meer-investering (x1000€/j) | Energie-besparing (x1000€/j) | Terug-verdientijd (jaar) | Afname CO ₂ -emissie (ton CO ₂ /j) | <input type="checkbox"/> |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|
| Warmteterugwinning vloerverwarming | v | *) | 6 tot 9 | **) | 3 tot 4 | 9,5 | <input type="checkbox"/> |
| Warmteterugwinning luchtverwarming | v | *) | 10 tot 12 | **) | 5 tot 6 | | <input type="checkbox"/> |
| Elektrisch expansieventiel DX direct | v | v | 18 | 14 tot 16 | > 10 | 9 tot 10 | <input type="checkbox"/> |
| Elektronisch expansieventiel DX indirect | v | v | 2 | | 4 | | <input type="checkbox"/> |
| Compressor met hoog rendement | v | v | 0 | 7 tot 12 | n.v.t. | 4 tot 8 | <input type="checkbox"/> |
| Frequentieregelaar compressor | v | v | 0,7 | 4 tot 6 | 2 tot 3 | 2 tot 4 | <input type="checkbox"/> |
| Toerenregeling condensor | v | v | 0,5 | 1 tot 4 | 2 tot 5 | 1 tot 2 | <input type="checkbox"/> |
| *) Hangt af van de situatie | | | | | | | |
| **) Besparing ca. 11.500 m ³ gas, verbruik elektriciteit 17.800 kWh hoger | | | | | | | |

Koelsystemen voor de doorsneesupermarkt

| PRAKTIJKGEGEVENS DOORSNEESUPERMARKT | |
|--|---------------------|
| Winkeloppervlak | 760 m ² |
| Totaal oppervlak (incl. magazijn en kantoor) | 1050 m ² |
| Inhoud koelmeubelen incl. ruimteteoeling | 50 m ³ |
| Inhoud koelcellen | 75 m ³ |
| Inhoud vriesmeubelen | 12 m ³ |
| Inhoud vriescellen | 14 m ³ |

Keuze uitvoering koelsysteem

Het standaardstelsysteem voor een doorsneesupermarkt is systeem 1: een direct DX-systeem met als koudemiddel R404A of R507. Dit systeem vindt u op de eerste regel in de hiernaast afgebeelde tabel 3. De 1^e kolom van tabel 1 beschrijft beknopt de opbouw van het systeem en 2^e kolom geeft aan welk koudemiddel wordt toegepast. U vindt in de tabel ook de specificaties van de andere systemen. De gegevens van de koelsystemen zijn ook weergegeven in de grafiek en gekenmerkt aan de hand van een cijfer. Dit cijfer komt overeen met de beschrijving in tabel 3.

De beste systemen

Uit de tabel en uit de grafiek blijkt dat ten opzichte van dit standaardstelsysteem verbeteringen mogelijk zijn op het gebied van de emissies en de exploitatiekosten.

De beste keuze is systeem 2, het DX koelsysteem met koudemiddel R407C. Dit systeem heeft lage exploitatiekosten en een kleine totale broeikasgasemissie en is dus goed voor het bedrijfsresultaat en het milieu.

Geef uw keuze van koelsysteem aan door middel van een vinkje in de laatste kolom van tabel 3.

Keuze besparingsmaatregelen

De grootste energiebesparingen realiseert u door toepassing van de maatregelen *warmte-terugwinning* en *elektronisch expansieventiel* in combinatie met condensordrukregeling. In bestaande situaties is warmteterugwinning niet altijd te realiseren.

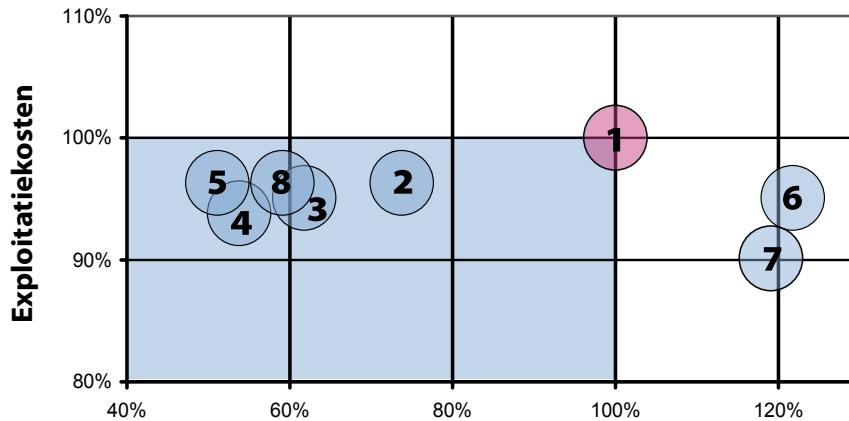
Bij nieuwbouw kunt u het gebouwoontwerp afstemmen op de toepassing van warmteterugwinning.

Meer informatie over deze besparingsopties vindt u in de bijlage.

Geef uw keuze voor besparingsopties aan door middel van een vinkje in de laatste kolom van tabel 4.

Invultabellen keuze koelsystemen en besparingsopties megasupermarkt

Kosten en CO₂-uitstoot megasupermarkt



TABEL 5: KOELSYSTEMEN MEGASUPERMARKT

(Plaats een vinkje bij uw keuze. U kunt het dan gemakkelijk terugvinden)

| stelsel | koelstof | Koelstofdrager | Investering (x1000€) | Exploitatiekosten (x1000 €/j) | Energieverbruik (x1000kWh/j) | CO ₂ t.g.v. energieverbruik (ton/j) | CO ₂ t.g.v. gebruik koelstof (ton/j) | <input type="checkbox"/> |
|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-------------------------------|------------------------------|--|---|--------------------------|
| 1. DX direct | R404A/R507 | | 266 | 81 | 207 | 126 | 99 | <input type="checkbox"/> |
| 2. DX direct | R407C | | 259 | 78 | 187 | 114 | 52 | <input type="checkbox"/> |
| 3. DX indirect | R407C | glycol | 287 | 77 | 212 | 129 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 4. DX indirect | NH ₃ | glycol | 293 | 76 | 193 | 118 | 3 | <input type="checkbox"/> |
| 5. Cascade | NH ₃ | CO ₂ | 316 | 78 | 188 | 115 | 0 | <input type="checkbox"/> |
| 6. Pomp direct | R404A | | 316 | 77 | 143 | 87 | 187 | <input type="checkbox"/> |
| 7. Pomp direct | R507 | | 306 | 73 | 128 | 78 | 190 | <input type="checkbox"/> |
| 8. Pomp indirect | R507 | glycol | 300 | 78 | 152 | 93 | 40 | <input type="checkbox"/> |

TABEL 6: BESPARINGSOPTIES MEGASUPERMARKT

(Plaats een vinkje bij uw keuze. U kunt het dan gemakkelijk terugvinden)

| | Toepasbaarheid bij nieuwbouw | Toepasbaarheid bij renovatie | Meerinvestering (x1000€) | Energiebesparing (x1000€/j) | Terugverdientijd (jaar) | Afname CO ₂ -emissie (ton CO ₂ /j) | <input type="checkbox"/> |
|--|------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|--|--------------------------|
| Warmteterugwinning vloerverwarming | v | *) | 12 tot 18 | **) | 3 tot 4 | 20 | <input type="checkbox"/> |
| Warmteterugwinning luchtverwarming | v | *) | 19 tot 23 | **) | 5 tot 6 | | <input type="checkbox"/> |
| Elektrisch expansieventiel DX direct | v | v | 32 | 23 tot 25 | > 10 | 14 tot 15 | <input type="checkbox"/> |
| Elektronisch expansieventiel DX indirect | v | v | 2 | | 4 | | <input type="checkbox"/> |
| Compressor met hoog rendement | v | v | 0 | 11 tot 19 | n.v.t. | 7 tot 12 | <input type="checkbox"/> |
| Frequentieregelaar compressor | v | v | 0,9 | 6 tot 10 | 1 tot 2 | 3 tot 6 | <input type="checkbox"/> |
| Toerenregeling condensor | v | v | 0,5 | 2 tot 6 | 1 tot 3 | 1 tot 4 | <input type="checkbox"/> |
| *) Hangt af van de situatie | | | | | | | |
| **) Besparing ca. 20.700 m ³ gas, verbruik elektriciteit 28.000 kWh hoger | | | | | | | |

Koelsystemen voor de megasupermarkt

| PRAKTIJKGEGEVENS MEGASUPERMARKT | |
|--|---------------------|
| Winkeloppervlak | 1500 m ² |
| Totaal oppervlak (incl. magazijn en kantoor) | 2500 m ² |
| Inhoud koelmeubelen incl. ruimteteoeling | 76 m ³ |
| Inhoud koelcellen | 108 m ³ |
| Inhoud vriesmeubelen | 16 m ³ |
| Inhoud vriescellen | 66 m ³ |

Keuze uitvoering koelsysteem

Het standaardstelsysteem voor een megasupermarkt is systeem 1: een direct DX-systeem met als koudemiddel R404A of R507. Dit systeem vindt u op de eerste regel in de hiernaast afgebeelde tabel 5. De 1^e kolom van tabel 1 beschrijft beknopt de opbouw van het systeem en 2^e kolom geeft aan welk koudemiddel wordt toegepast. U vindt in de tabel ook de specificaties van de andere systemen. De gegevens van de koelsystemen zijn ook weergegeven in de grafiek en gekenmerkt aan de hand van een cijfer. Dit cijfer komt overeen met de beschrijving in tabel 5.

De beste systemen

Uit de tabel en uit de grafiek blijkt dat ten opzichte van dit standaardstelsysteem verbeteringen mogelijk zijn op het gebied van de emissies en de exploitatiekosten. De beste keuze is systeem 5, het NH₃/CO₂ systeem.

Dit systeem heeft de laagste totale broeikasgas-emissie bij gemiddelde exploitatiekosten en is dus goed voor het bedrijfsresultaat en het milieu. Goede alternatieven zijn systeem 3, 4 en 8. Systeem 3 gebruikt als koudemiddel R407C, systeem 4 gebruikt NH₃ en systeem 8 gebruikt R507.

Geef uw keuze van koelsysteem aan door middel van een vinkje in de laatste kolom van tabel 5.

Keuze besparingsmaatregelen

De grootste energiebesparingen realiseert u door toepassing van de maatregelen *warmteterugwinning* en *elektronisch expansieventiel* in combinatie met condensordrukregeling. In bestaande situaties is warmteterugwinning niet altijd te realiseren. Bij nieuwbouw kunt u het gebouwontwerp afstemmen op de toepassing van warmteterugwinning. Meer informatie over deze besparingsopties vindt u in de bijlage.

Geef uw keuze voor besparingsopties aan door middel van een vinkje in de laatste kolom van tabel 6.

Verzamel-invultabel (basis voor de offerteaanvraag)

| TYPE MEUBEL | TEMPERATUUR- KLASSE | ENERGIE- LABEL | LENGTE IN M | KOELLAST (KW) |
|----------------------------------|------------------------|-------------------|----------------|------------------|
| Koelmeubel horizontaal, zuivel | | | | |
| Koelmeubel verticaal, vleeswaren | | | | |
| Vriesmeubel verticaal | | | | |
| Glasdeurkast | | | | |
| Koelcel | | | | |
| Vriescel | | | | |
| Totaal | | | | |

| INSTALLATIE | UITVOERING (NEEM OVER VAN PAG. 12, 14 OF 16) |
|-------------|--|
|-------------|--|

| | |
|---|---|
| Systeem | DX/pompcirculatie, direct / indirect |
| Koudemiddel | R404A/R407C/R507/NH ₃ /CO ₂ |
| Warmteterugwinning | Ja/nee , zo ja vloerverwarming/luchtverwarming |
| Elektronisch expansieventiel | Ja/nee |
| Compressor met hoog rendement | Ja/nee |
| Frequentieregelaar compressor | Ja/nee |
| Toerenregeling condensor | Ja/nee |
| *) doorhalen wat niet van toepassing is | |

Stap 3: Stel een offerteaanvraag op

Voor het uitbrengen van een offerte heeft de leverancier gegevens nodig over de koel/ vriesvraag, het type koelsysteem, het te gebruiken koudemiddel, de energiebesparingsmaatregelen en gegevens over de situatie waarin het systeem komt te staan.

De basis voor de offerteaanvraag zijn de selecties die u heeft gemaakt in het voorgaande hoofdstuk. U kunt deze gegevens aangeven op het formulier op de linker pagina. Dit formulier vormt de basis voor de offerteaanvraag. U kunt ook gebruik maken van het offerteaanvraagformulier uit het standaardbestek voor koelsystemen dat is opgenomen in het Handboek Energie voor de Supermarktsector (SenterNovem, oktober 2001, verkrijgbaar via het internet op: www.senternovem.nl/mja/dienstensectoren/supermarkten/publicaties/index.asp).

Vraag bij de offerte voor het koelsysteem ook de complete uitdraai van de energieberekening met het rekenprogramma EKS. Het rekenprogramma berekent op gestandaardiseerde en door de branche erkende wijze het jaarenergiegebruik van het aangeboden koel- en vriessysteem. Het in de tabellen 1, 3 en 5 weergegeven berekende energiegebruik voor koelsystemen exclusief de meubelen is een indicatie voor gemiddelde situaties en bedoeld om de verschillende koelsystemen met elkaar te vergelijken. Uw specifieke systeem zal hiervan afwijken, vooral door een ander verkoopvloeroppervlak en een ander koel- en vriesvermogen.

Het programma EKS berekent dit voor u.

Het rekenprogramma EKS is opgenomen in deze handreiking. U kunt het programma en recente updates ook downloaden van www.mep.tno.nl/supermarket.

Bij de verdere uitwerking van de offerteaanvraag komen nog veel andere vragen naar voren. Het is

in het kader van deze handreiking niet mogelijk hier gedetailleerd op in te gaan. Wij raden u aan deze vragen met een installateur door te nemen. Wanneer u meerdere offertes aanvraagt is het belangrijk daarvoor dezelfde gegevens (via het formulier) te gebruiken. U krijgt anders niet goed vergelijkbare offertes.

TIPS

kWh meter

Het energiegebruik is een belangrijke kostenpost van het systeem. Het is daarom raadzaam een kWh meter bij het systeem te laten monteren. Door de stand van de meter regelmatig te noteren en te vergelijken kunt u de werking van het systeem controleren.

Servicecontract

U kunt met de installateur een all-in servicecontract afsluiten om de goede werking van het systeem te garanderen.

Vraag een berekening met het programma EKS

Uw installateur kan voor uw situatie met het programma EKS het jaarlijkse energiegebruik voor uw supermarkt op een gestandaardiseerde wijze berekenen. U kunt dit vragen als onderdeel van de offerte.

Stap 4: Definitieve keuze

Neem een gefundeerde beslissing

U heeft in de voorgaande stappen een keuze gemaakt voor koelmeubelen en voor een systeem dat voor uw type supermarkt goede eigenschappen bezit.

U heeft voor dit koel/vriessysteem één of meerdere offertes aangevraagd.

U heeft daarbij gevraagd om een berekening van het jaarlijkse energiegebruik met behulp van het programma EKS.

Aan de hand van deze gegevens kunt u nu een gefundeerde beslissing nemen over de koelmeubelen en het koel/vriessysteem. De invultabellen in deze handreiking geven een achtergrond bij uw beslissing.

Wacht niet totdat u bouwt. Ook wanneer het nog enige tijd zal duren voordat u een definitieve opdracht kunt geven, raden wij u aan het stappenplan volledig te doorlopen en uw keuze te bepalen. Deze situatie kan zich voordoen wanneer u nieuwbouwplannen heeft, maar nog niet kunt beginnen met de bouw.

Bijlage 1 Uitgangspunten bij de systeemvergelijking

Bij de berekening van exploitatiekosten en het energiegebruik van de koelsystemen (tabellen 1,3 en 5) zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

Berekening van het energiegebruik

Het jaarlijkse energiegebruik van het koelsysteem is vastgesteld op basis van uurlijkse berekeningen waarbij gebruik gemaakt is van het testreferentiejaar van het KNMI voor De Bilt.

Uitsluitend het centrale koelsysteem

Kosten en energiegebruik hebben uitsluitend betrekking op het centrale koelsysteem. De kostprijs voor koel- en vriesmeubelen en koel- en vriescellen is bij de systeemvergelijkingen buiten beschouwing gelaten.

Gebruiksduur

De gebruiksduur (economische levensduur) is 7 jaar, restwaarde nul, 100% vreemd vermogen voor aanschaf, rente 5,5% per jaar.

Operationele kosten

De kosten van een all-in onderhoudscontract (incl. inspecties) is gesteld op 3,5% per jaar voor HFK-DX, 3,2% per jaar voor HFK pompcirculatie en 2,8% per jaar voor NH₃ systemen. De energiekosten zijn gesteld op 0,07 €/kWh en 0,28 €/m³ aardgas. Hulpenergiegebruik van de koel- en vriesmeubelen is buiten beschouwing gelaten. Bij de vergelijking is geen rekening gehouden met subsidies.

Winkeltemperatuur

Uitgegaan is van een winkeltemperatuur van gemiddeld 19°C. Voor het koelsysteem is aangenomen dat deze bestaat uit 3 semi-hermetische compressoren met een rendement van 52% en verdampingstemperatuur -10°C (direct systeem) of -15°C (indirect systeem). Het standaard

vriessysteem bestaat uit 2 semi-hermetische compressoren met rendement van 45% en verdampingstemperatuur -35°C (direct systeem) of -40°C (indirect systeem).

Koudemiddel vriessysteem

In het vriessysteem wordt altijd R404A of R507 als koudemiddel toegepast, m.u.v. het NH₃/CO₂ cascadesysteem.

Uitgangspunten voor het standaard koelsysteem

Het standaard koelsysteem is voorzien van een thermostatisch expansieventiel en een eenvoudige regeling, waarin opgenomen condensatiedrukregeling, capaciteitsregeling compressoren en ontdooiregeling op basis van tijd. Het systeem is uitgevoerd met een luchtgekoelde condensor met 15K temperatuurverschil tussen condensatie en buitenlucht. De minimale condensatietemperatuur bedraagt 35°C bij een thermostatisch expansieventiel, 25°C bij een elektronisch expansieventiel en 20°C bij een pompcirculatiesysteem. Bij een thermostatisch expansieventiel is de oververhitting 6K, bij een elektronisch expansieventiel 3K en 0K bij een pompcirculatiesysteem. De drukval in de leidingen komt overeen met een temperatuurdaling van 2K.

Uitgangspunten koelmeubelen

De koelmeubelen hebben 8K temperatuurverschil tussen verdamping en luchtintrede.

Koudemiddel

Bij een NH₃ systeem is de NH₃ inhoud altijd kleiner dan 200 kg. Een vergunning hiervoor is niet nodig. De lekkage van het koudemiddel bedraagt voor nieuwe systemen 3,5% per jaar.

Bijlage 2 Beschrijving van enkele besparingsopties

Warmteterugwinning

Warmteterugwinning is voor iedere supermarkt het overwegen waard. U maakt daarbij nuttig gebruik van de warmte die vrijkomt in de condensor voor bijvoorbeeld ruimteverwarming of warm tap- en spoelwater. Wanneer u de warmte die vrijkomt uit het koel/vriessysteem gebruikt voor ruimteverwarming, hoeft u vaak niet meer te investeren in een aparte CV-installatie.

De toepassing van warmteterugwinning kan wel gevolgen hebben voor de indeling van de supermarkt, de te verwarmen ruimten liggen bij voorkeur in de nabijheid van de compressorinstallatie.

Het onderstaande schema toont de opbouw van een koelsysteem met warmteterugwinning. De naverwarmingsinstallatie is alleen nodig wanneer het systeem onvoldoende warmte produceert om onder alle omstandigheden aan de vraag te voldoen (koude winterdagen).

Elektronisch expansieventiel

Met een elektronisch expansieventiel kan in vergelijking met een thermostatisch expansieventiel met lagere condensatiedruk en temperatuur gewerkt worden. Dit leidt tot een substantiële energiebesparing. Bij pompcirculatiesystemen wordt geen expansieventiel, maar een hogedrukvlotter toegepast.

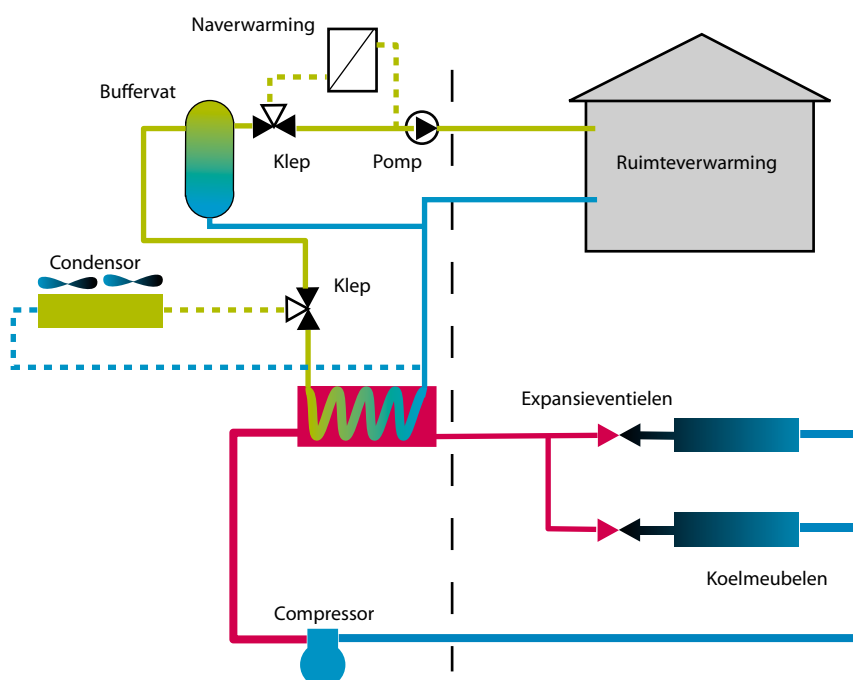
HR-compressor, frequentieregelaar

Een HR-compressor heeft een rendement van minimaal 57%. Door toepassen van een frequentieregelaar wordt de compressor beter regelbaar.

Toerenregeling condensor

De condensor is voorzien van een ventilator. Met een toerenregeling draait de ventilator niet sneller dan nodig is om het koudemiddel voldoende af te koelen. Als het systeem op een lage capaciteit draait, levert dat energiebesparing op.

Systeem met warmteterugwinning



Reductieplan Overige Broeikasgassen

Het Reductieplan Overige Broeikasgassen (ROB) levert een bijdrage aan het behoud van een goed klimaat door een reductie van de uitstoot van methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en fluorverbindingen (HFK's, PFK's en SF₆) te stimuleren. ROB bestrijdt het broeikas effect door:

- onderzoek naar uitstoot van overige broeikasgassen,
- het subsidiëren van onderzoek naar en de ontwikkeling van nieuwe reductiemethoden en -technieken,
- de invoering van reductiemaatregelen te stimuleren,
- de samenwerking tussen overheid en bedrijfsleven te bevorderen.

ROB is met name interessant voor chemische industriële bedrijven, landbouwondernemingen, energiebedrijven en gebruikers van met name HFK's (koel- en schuimbedrijven). ROB is een meerjarig interdepartementaal programma met deelname van de Ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en Economische Zaken (EZ).

Het programmamanagement ligt bij het Ministerie van VROM en de uitvoering is in handen van SenterNovem.

Meer informatie: SenterNovem

Frontoffice voor bedrijven

tel.: 0900-6080600

e-mail: ROB@senternovem.nl

internet: www.senternovem.nl/ROB

SenterNovem • is ontstaan uit een fusie tussen Senter en Novem • voert beleid uit voor verschillende overheden op het gebied van innovatie, energie & klimaat en milieu & leefomgeving en draagt zo bij aan innovatie en duurzaamheid • Meer informatie: www.senternovem.nl

Juliana van Stolberglaan 3 Postbus 8242
Postbus 93144 3503 RE Utrecht
2509 AC Den Haag Telefoon 030 239 34 93
Telefoon 070 373 50 00 Telefax 030 231 64 91
Telefax 070 373 51 00

Dokter van Deenweg 108
Postbus 10073
8000 GB Zwolle
Telefoon 038 455 35 53
Telefax 038 454 02 25
Swentiboldstraat 21
Postbus 17
6130 AA Sittard
Telefoon 046 420 22 02
Telefax 046 452 82 60
Catharijnesingel 59

www.senternovem.nl 3ROB-05.01
info@senternovem.nl

Samenstelling

SenterNovem, Utrecht

Buro Verhoef, Apeldoorn

Redactie en productie

Q+P Communicatie, Renkum

Uitgave november 2005



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit



Ministerie van Economische Zaken