

City Multi VRF



VRF-systeem met gepatenteerde 2-pijps techniek

Gelijktijdig koelen en verwarmen met slechts twee leidingen



°ClimateCare van Mitsubishi Electric. Je voelt het verschil.

20°

19°

22°

18°



VRF Systeem met gepatenteerde 2-pijps techniek

Gelijktijdig koelen en verwarmen met slechts 2 leidingen

Versie 1.0

© 2009 Alklima B.V. Exclusief importeur voor Nederland van Mitsubishi Electric Air Conditioners
Van Hennaertweg 29, Alblasserdam Postbus 1176, 3350 CD Papendrecht T. 078 - 615 00 00 F. 078 - 641 41 02

Inhoudsopgave

1.0 Waarom airconditioning?	Pag. 3
2.0 Hoe werkt een airconditioner?	Pag. 4
3.0 Het City Multi VRF-systeem	Pag. 6
3.1 City Multi Y-systemen	Pag. 7
3.2 City Multi R2-systemen	Pag. 8
3.3 Opbouw R2-systeem	Pag. 9
3.4 Regeling	Pag. 9
3.5 Principe van het R2-systeem	Pag. 10
4.0 Waarom R2-systeem in plaats van Y-systeem?	Pag. 15
5.0 Rendement van een R2-systeem	Pag. 16

1.0 Waarom airconditioning?

Niemand kan ontkennen dat de werkdruk toeneemt. Er moet efficiënt met de geboden tijd omgegaan worden. Tijd is geld. De intrede van de computer heeft het begin van efficiënt werken ingeleid en is niet meer uit de werkomgeving weg te denken. Een snelle automatisering, invoering van netwerken, gebruik van internet, alles draagt bij aan een verhoogde productie per medewerker.

Een goede werkomgeving beïnvloedt de functionaliteit van de werknemers. Voldoende verse lucht, verwarming, goed meubilair, goede verlichting en een plant op het bureau verbeteren de werkomgeving en daarmee de productie. De ruimtetemperatuur in de winter wordt behaaglijk gehouden door een centraal verwarmingssysteem. De aanschaf hiervan wordt door iedereen als logisch beschouwd. De door de energieprestatie-eis steeds hoger gevraagde isolatiewaarden van glas en gevels, alsmede de door computers, printers en kopieerapparaten steeds hogere interne warmtelast zorgen ervoor dat de stookuren van de centrale verwarming vermindert. Alleen bij lage buitentemperaturen brengt de CV de ruimte op temperatuur.

Airconditioning

De aanschaf van koeling is van een luxe artikel veranderd in een noodzaak voor de huidige utiliteitsbouw. De hoge interne warmtelast zorgt voor een verhoging van de ruimtetemperatuur welke niet door ventilatie verlaagd kan worden. Ook in de tussenseizoenen kan dit een hoge temperatuur en daarmee onprettige werkomgeving creëren. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat de productie van een werknemer bij een werkomgeving van 28°C al met 20% is afgenomen terwijl bij ruimtetemperatuur van 30°C de werknemer slechts 60% van zijn normale productie haalt. Creativiteit en slimheid worden hierbij het meest beïnvloedt. De aanschaf van een airconditioning zal de productie dus aanzienlijk verhogen. Daarnaast eist de gebruikers een steeds hoger comfort van de installatie. De verhoogde vraag van comfort draagt bij aan de ontwikkeling van deze airconditioners. Uiteraard zit er veel verschil in kwaliteit in de apparatuur van de verschillende fabrikanten. De onbehaaglijke koudeklachten behoren bij een goede aanleg van kwalitatief goede aircoapparatuur tot het verleden. De moderne airconditioners zijn voorzien van een frequentieregeling (inverterregeling) welke het mogelijk maakt dat de airconditioner op deellast kan functioneren. Hierdoor kan het systeem exact het in de ruimte gevraagde vermogen leveren. Indien het luchtdebiet van de binnenunit constant blijft zal door het wisselende vermogen de inblaastemperatuur aan de vraag in de ruimte aangepast worden.

Warmtepompen

De ontwikkeling van de techniek maakt het mogelijk om aan zowel de benodigde warmtevraag als de benodigde koudevraag met één systeem te kunnen voldoen. Deze zogenaamde warmtepompen maken de aanschaf van twee separate systemen (een voor verwarming en een voor koeling) overbodig. Mitsubishi Electric heeft het mogelijk gemaakt om met een 2-pijps systeem gelijktijdig in een ruimte te verwarmen en in een andere ruimte te koelen waarbij tevens een energie-uitwisseling tussen de beide ruimtes plaatsvindt (een wereld patent). Elke werknemer kan zijn eigen klimaat instellen en beïnvloeden en daarmee zijn eigen behaaglijke werkomgeving creëren. Verschillende vertrekken met verschillende functies en verschillende personen vragen immers ook verschillende vertrekcondities.

2.0 Hoe werkt een airconditioner?

Lage druk en temperatuur

Het is voor iedereen bekend dat water kookt bij een temperatuur van 100°C. Dit gaat echter alleen op bij normale buitenomstandigheden (atmosferische druk). Hoog in de bergen zal door een lagere luchtdruk water eerder koken (bij ca 85°C). Een snelkookpan werkt onder hoge druk waardoor het water naar een kookpunt gaat van ca. 130°C. Deze hoge temperatuur zorgt ervoor dat het eten sneller gaar is. Samengevat betekent dit dat door verandering in druk het kookpunt van water verandert cq. verschoven kan worden.

Het principe van een koelproces

Door het regelen van de druk in een proces kan het kookpunt veranderd worden. Indien in een snelkookpan de damp boven het water weggezogen wordt d.m.v. een pomp zal de druk in de pan dalen. Zoals uit bovenstaande is gebleken (koken in de bergen) daalt nu ook het kookpunt van het nog aanwezige water; het water wil eerder gaan verdampen, en doet dit ook. Als we de temperatuur aan de buitenkant van de pan meten blijkt dat deze daalt; het verdampen van het water kost energie. Het principe van een koelinstallatie werkt op dezelfde manier. Door het verlagen van de druk in het proces zal het systeem dusdanig afkoelen. Indien ruimtelucht langs het koude medium wordt geblazen zal deze warmere lucht zijn warmte afstaan aan het koudere koelmedium. Op deze manier wordt de ruimte gekoeld. Het verhogen van de druk zal tot gevolg hebben dat het koelmedium warmer wordt en kan een ruimte verwarmd worden.

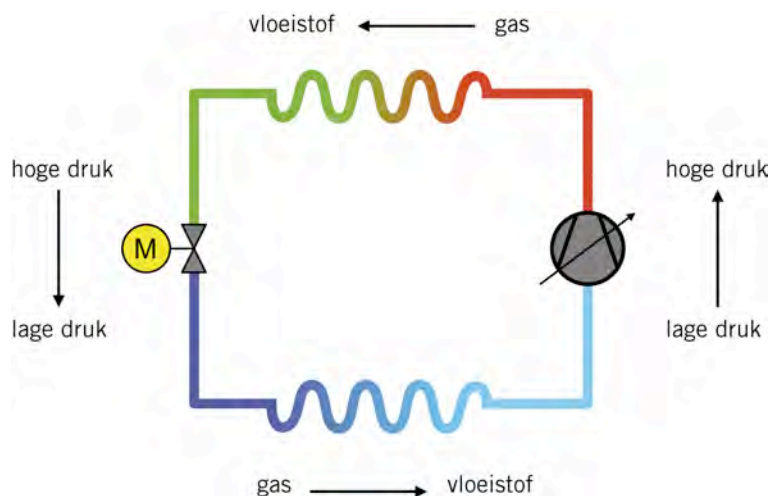
Koudemiddel

In de koeltechniek wordt geen gebruik gemaakt van water; deze stof heeft geen gunstige eigenschappen om een rendabele koelinstallatie te ontwerpen. Een andere stof die wél goede eigenschappen heeft is het koudemiddel R410a, dit is een stof die net als water vloeibaar en gasvormig is bij verschillende drukken. R410a is een koudemiddel welke niet schadelijk is voor het milieu, de gezondheid en de ozonlaag niet afbreekt.

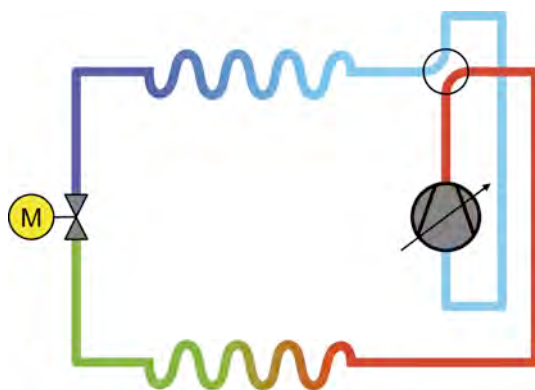
De warmtepomp

Het verschil in druk bepaalt of een medium warmte opneemt (koelen) of warmte afstaat (verwarmen). Een warmtepomp combineert in een systeem zowel lage als hoge druk. Een compressor zorgt voor drukverschil in het systeem. Onderstaand schema geeft het proces weer. De compressor stuurt het koudemiddel onder hoge druk over de condensor waar de warmte aan de omgeving afgegeven wordt. Een expansieventiel zorgt ervoor dat de hoge druk weer omgezet wordt in lage druk. Het koude medium kan via de verdamper warmte uit de omgeving onttrekken. Door het plaatsen van de verdamper in de ruimte (de binnenunit) en de condensor in de buitenlucht (buitenunit) wordt warmte vanuit de ruimte naar buiten gepompt en wordt de ruimte gekoeld.

(Zie illustratie op de volgende pagina.)



Door het toepassen van een vierwegklep in het koudecircuit kan de stromingscyclus omgedraaid worden (zie onderstaand principeschema). De warmtepomp is nu tevens geschikt om de ruimte te verwarmen. Deze energie wordt onttrokken uit de buitenlucht. Ook bij een buitenlucht van -10°C zit nog voldoende energie in de buitenlucht om de binnenruimten te verwarmen (het absolute nulpunt bedraagt immers -273°C , elke temperatuur hierboven bevat energie). Het warmtepomp systeem kan in de totale verwarming van een gebouw voorzien. Door het toepassen van een warmtepomp is dan ook geen gasaansluiting voor een cv ketel meer benodigd.



Inverterregeling

Een koel- of verwarmingsinstallatie wordt berekend op het maximaal benodigde koel- of verwarmingsvermogen in een ruimte. Gedurende het grootste deel van zijn bedrijfstijd zal het systeem niet het maximale vermogen hoeven te leveren. Door het toepassen van een frequentieregeling is het mogelijk de compressor op deellast te laten draaien en zal het aantal start en stops geminimaliseerd worden. Afhankelijk van de koel- of verwarmingsvraag uit de ruimte kan exact het gevraagde vermogen geleverd worden. Het comfort in de ruimte zal door deze inverterregeling aanzienlijk verhoogd worden. De inverterregeling van Mitsubishi Electric regelt in 85 stappen van slechts 1 Hz waardoor de regeling nagenoeg als traploos beschouwd kan worden.

3.0 Het City Multi VRF-systeem

en VRF-systeem is een compleet klimaatsysteem voor koelen en verwarmen. VRF staat voor Variable Refrigerant Flow. Dit houdt in dat de hoeveelheid koudemiddel en daarmee de capaciteit, binnen het systeem kan variëren. Een VRF-systeem bestaat uit een of meerdere buitenunits en meerdere binnenunits. Met het City Multi VRF-systeem wordt een hoge kwaliteit installatie met een individuele regelbaarheid gerealiseerd en combineert een hoog comfort met een laag energieverbruik.

Alle binnenunits zijn uitgevoerd met een elektronisch expansieventiel. Hierdoor kan elke binnenunit, op basis van het verschil tussen gemeten en gewenste temperatuur, het vermogen individueel per ruimte regelen. Anders gezegd: De inblaastemperatuur wordt indirect per unit aangepast aan de vraag in de ruimte. De invertergeregelde (frequentie-geregelde) compressor in de buitenunit kan exact de totale capaciteitsvraag van alle binnenunits leveren. Deze hoogstaande techniek van het City Multi VRF-systeem zorgt voor een hoge C.O.P. / E.E.R.

City Multi VRF-systemen kunnen in 5 varianten geleverd worden:

1. Koelen OF verwarmen > Y-systeem warmtepomp
2. Koelen EN verwarmen > R2-systeem warmtepomp
3. Koelen OF verwarmen met watergevoerde buitenunit > WY-systeem warmtepomp
4. Koelen EN verwarmen met watergevoerde buitenunit > WR2-systeem warmtepomp
5. Replace Multi (vervangen van bestaande VRF installaties met behoud van leidingen)

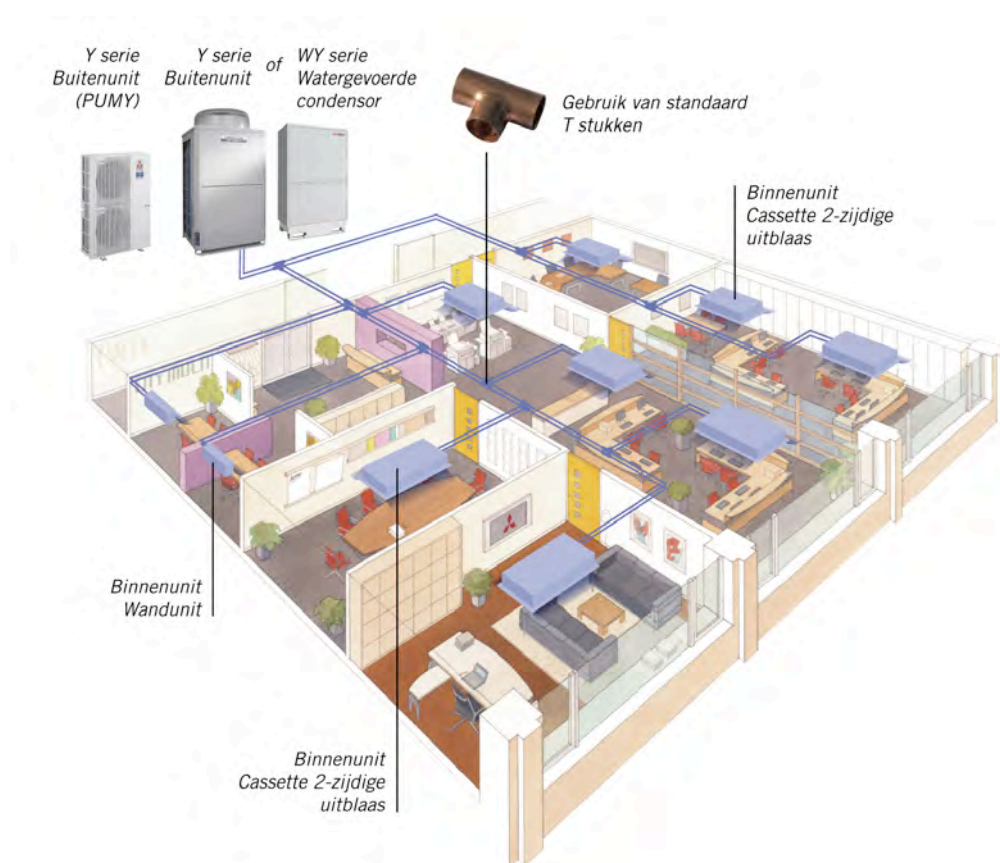
3.1 City Multi Y-systemen

Y-systeem koelen OF verwarmen

Met het Y-systeem kan per ruimte individueel gekoeld, verwarmd of ontvochtigd worden. De gewenste temperatuur en functies (recirculeren, ontvochtigen, verwarmen of koelen) kunnen per ruimte worden ingesteld. Het Y-systeem kan worden gecombineerd met luchtverversing en alle mogelijke centrale bedieningen. Het Y-systeem wordt aangesloten als een 2-pijps systeem met aftakkingen naar de binnenunits. Ten behoeve van de aftakkingen kunnen koeltechnische T-stukken toegepast worden. Het warmtepomp Y-systeem is een omkeerbare warmtepompuitvoering, waardoor het systeem zowel kan koelen als verwarmen. Echter functioneren alle units in de verwarmingsmodus of in de koelmodus. Het is dus niet mogelijk om in één ruimte te koelen en tegelijkertijd in een andere ruimte te verwarmen! Het omschakelen van de verwarmingsmodus naar de koelmodus en andersom kan op verschillende referenties bepaald worden.

WY-systeem Y-systeem met watergevoerde condensor

Het WY-systeem functioneert zoals het warmtepomp Y-systeem. De condensor bij het WY-systeem is echter watergekoeld. Door het gebruik van water als thermische bron brengt het WY-systeem een aantal unieke toepassingsmogelijkheden. De buitenunits kunnen binnen opgesteld worden en bijvoorbeeld worden aangesloten op een warme/koude bron of koeltoren.



3.2 City Multi R2-systemen

R2 systeem warmtepomp

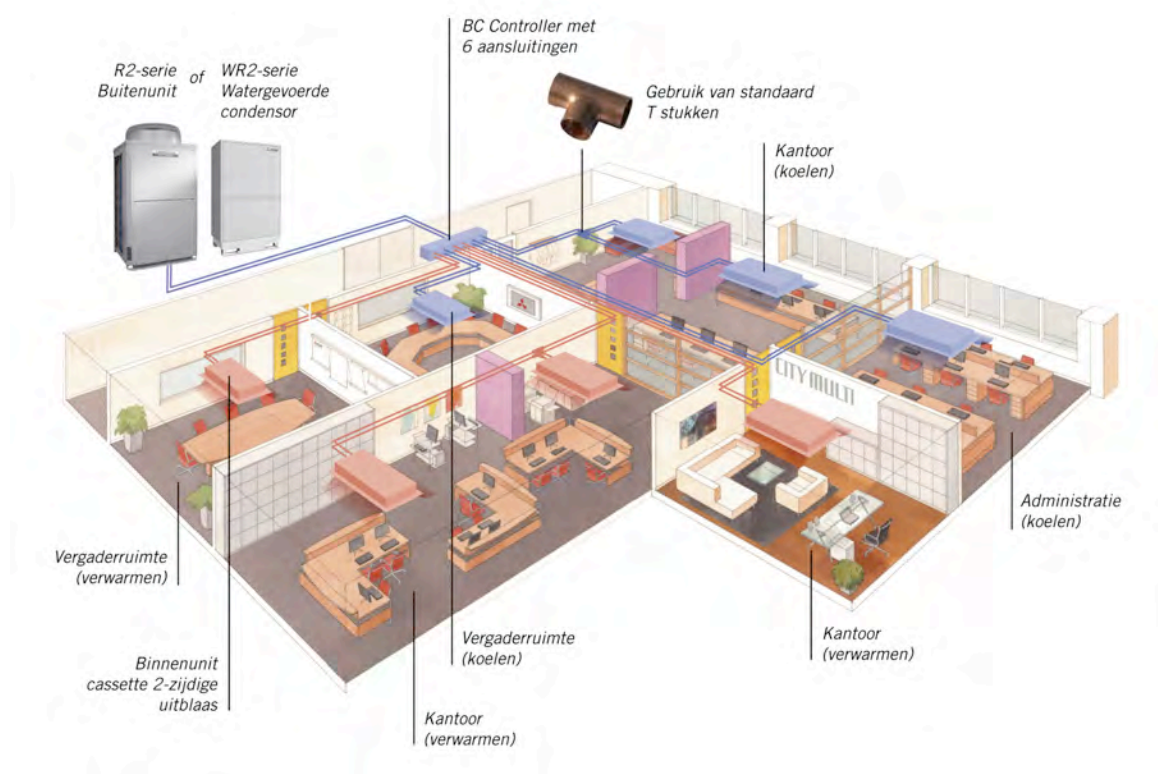
Naast het Y-systeem brengt Mitsubishi Electric het City Multi R2-systeem op de markt. Het grote voordeel ten opzichte van een Y-systeem is de volledige onafhankelijkheid waarmee een ruimte gekoeld kan worden, terwijl een tweede ruimte met hetzelfde systeem verwarmd wordt.

Bij koeling wordt feitelijk warmte uit de ruimte onttrokken. Het R2-systeem brengt deze geabsorbeerde warmte naar een verdeelbox (BC Controller). In de BC Controller kan deze warmte vervolgens worden afgestaan aan een ruimte die om verwarming vraagt. De te koelen ruimten genereren dus de warmte voor de te verwarmen ruimten en andersom. Het tekort aan warmte of koude wordt door de buitenunit geproduceerd. Deze warmteterugwinmogelijkheid kan leiden tot forse energiebesparingen. Het R2-systeem is dan ook uitermate geschikt om als hoofdverwarming te dienen. Bij een R2-systeem is dus slechts 1 binnenunit per ruimte benodigd om te voorzien in de vraag naar koeling, ontvochtiging, recirculatie en verwarming, 100% individueel regelbaar.

Momenteel wordt het R2-systeem gezien als het meest energiezuinige en comfortabele verwarmings- en koelsysteem op de markt verkrijgbaar! Het R2-systeem is dan ook wereldwijd gepatenteerd.

WR2 systeem met watergevoerde buitenunit

Het WR2-systeem functioneert zoals het R2-systeem. De buitenunit bij het WR2-systeem is echter watergekoeld. Door het gebruik van water als thermische bron brengt het WR2-systeem een aantal unieke toepassingsmogelijkheden. De buitenunits kunnen binnen opgesteld worden en bijvoorbeeld worden aangesloten op een warme/koude bron of koeltoren.



3.3 Opbouw R2-systeem

Om gelijktijdig te kunnen koelen en verwarmen met een VRF-systeem zijn normaal gesproken drie leidingen benodigd, een heetgas-, zuiggas- en vloeistofleiding. Een uitzondering hierop is het City Multi R2-systeem van Mitsubishi Electric. Dit systeem van Mitsubishi Electric is het enige, wereldwijd gepatenteerde, 2-pijps systeem op de markt voor gelijktijdig koelen en verwarmen. Het City Multi R2-systeem is opgebouwd uit een buitenunit, een BC controller (verdeelbox) en verschillende binnenunits. De BC Controller is met twee leidingen op de buitenunit aangesloten. Alle binnenunits zijn elk met twee leidingen op de BC Controller aangesloten. Doordat er slechts 2 leidingen benodigd zijn om zowel hoofdverwarming als comfortkoeling te kunnen leveren, wordt de installatietijd en arbeidskosten geminimaliseerd.

VRF R2 Buitenunit



BC Controller



Binnenunits



3.4 Regeling

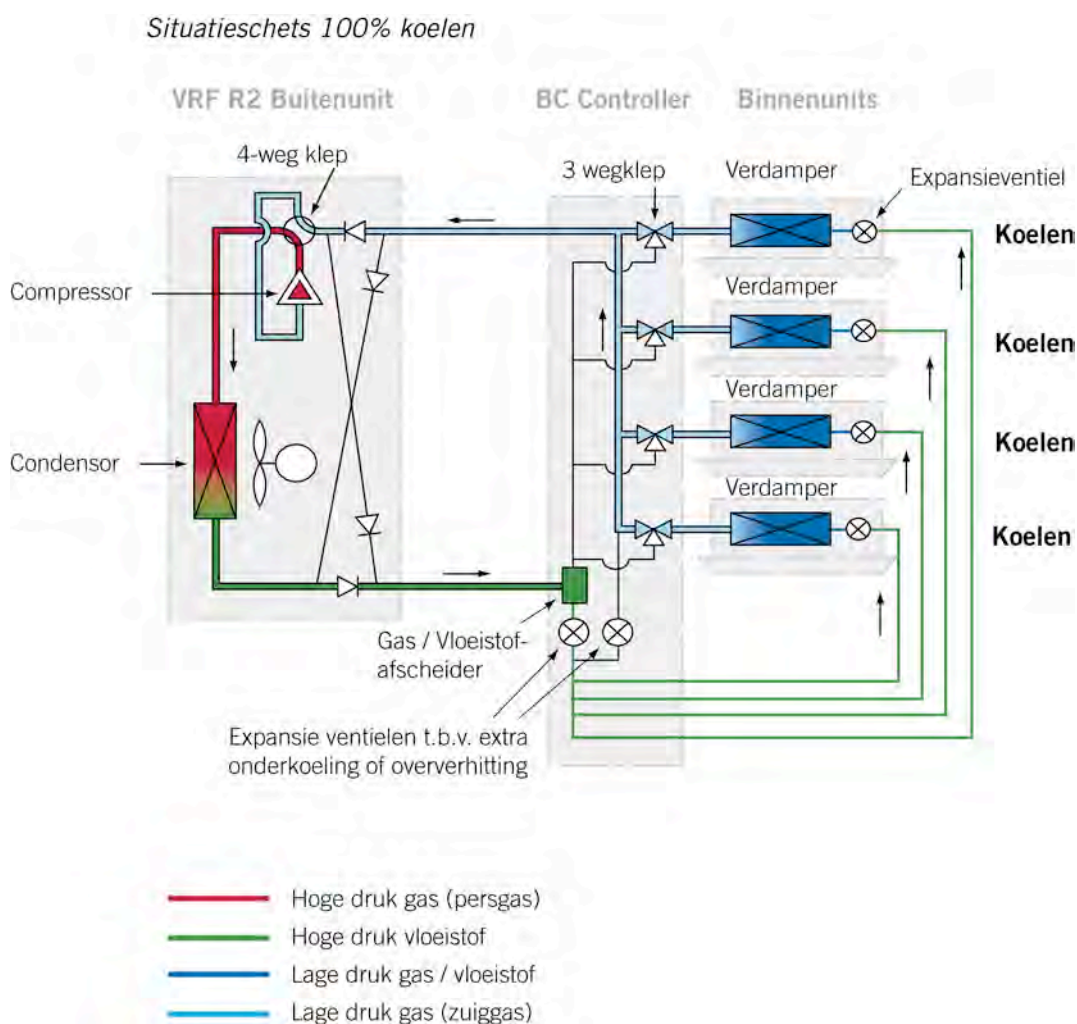
Om gelijktijdig koelen en verwarmen met een 2-pijpssysteem mogelijk te maken is goede communicatie tussen de binnenunits en buitenunits noodzakelijk. Dit gebeurt d.m.v. een 'bus' kabel waarop alle aangesloten systeem units (binnenunits, afstandsbedieningen, buitenunits en de BC controller) zijn aangesloten. Met alle verzamelde data beslist de buitenunit in welke vorm het koudemiddel van de buitenunit naar de binnenunits wordt gestuurd.



3.5 Principe van het R2-systeem

Werking bij 100% koelvraag

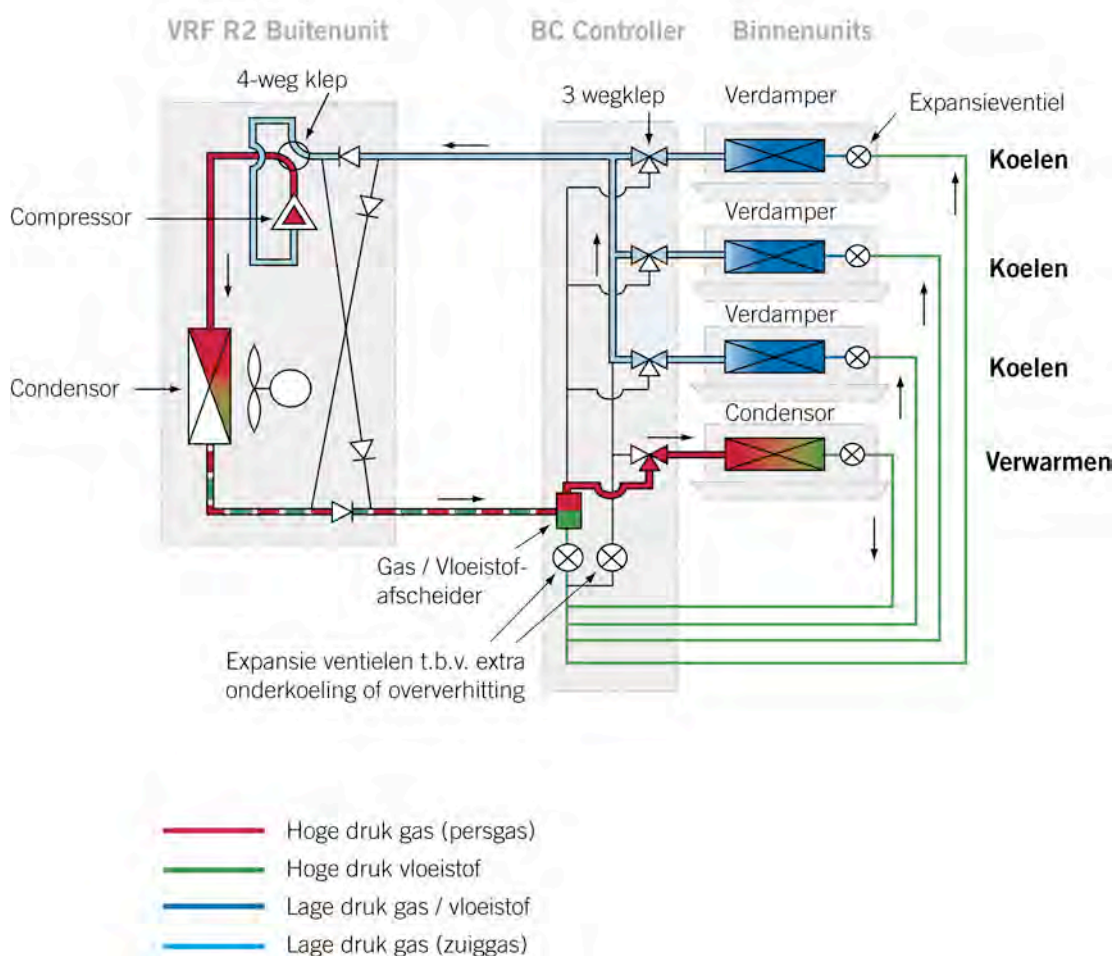
Bij 100% koelvraag van de binnenunits zal de buitenunit werken als een normaal warmtepompsysteem. De compressor comprimeert het koudemiddel tot een hoge druk heet gas. Dit hete gas wordt gecondenseerd in de condensor van de buitenunit. Het 100% vloeibaar koudemiddel wordt aan de aangesloten BC controller beschikbaar gesteld. Dit koudemiddel wordt in de BC controller opgevangen in een gas/vloeistofafscheider en via een drieweg blokventiel naar de binnendelen getransporteerd, die op dit moment in koelmodus draaien. Het vloeibare koudemiddel wordt via elektronische expansieventielen in de verdamper ingespoten en verdampt door de warmte opname uit de ruimte. Het inmiddels tot gasvormig getransformeerde koudemiddel wordt nu door de compressor via de BC controller weer aangezogen. Het kringproces is rond en de compressor kan nu weer heet gas maken.



Werking gelijktijdige koel- en verwarmingsvraag waarbij koelvraag groter is dan de verwarmingsvraag

Bij gelijktijdige koel- en verwarmingsvraag, waarbij de koelvraag groter is dan de verwarmingsvraag zal de compressor heet gas maken. Alleen zal het condensatieproces in de buitenunit niet volledig afgemaakt worden waardoor er naar de BC controller een mengsel van gecondenseerd koudemiddel (vloeistof) en gasvormig koudemiddel aangeboden wordt. Dit mengsel wordt wederom opgevangen in de gas/vloeistofafscheider. Met behulp van de zwaartekracht zal het vloeistof zich onderin het vloeistofvat bevinden en het gasvormig koudemiddel bovenin. Via een drieweg blokventiel wordt aan een binnenunit welke verwarmingsvraag heeft vanuit de bovenzijde van de vloeistofafscheider gasvormig koudemiddel aan de binnenunit aangeboden. In deze binnenunit kan het condensatieproces wat in de buitenunit is onderbroken afgemaakt worden. In de binnenunit zal het koudemiddel warmte af staan aan de ruimte en condenseren. Het koudemiddel in vloeistoffase zal weer aangeboden worden aan de gas/vloeistofafscheider. Aan de onderzijde van de gas/vloeistofafscheider zal vloeistof via drieweg blokventielen aangeboden worden aan de binnenunits welke koelvraag hebben. In deze binnenunits wordt warmte aan de ruimte onttrokken waardoor het koudemiddel verdampt en wordt in gasvorm door de compressor aangezogen waarna het proces opnieuw begint.

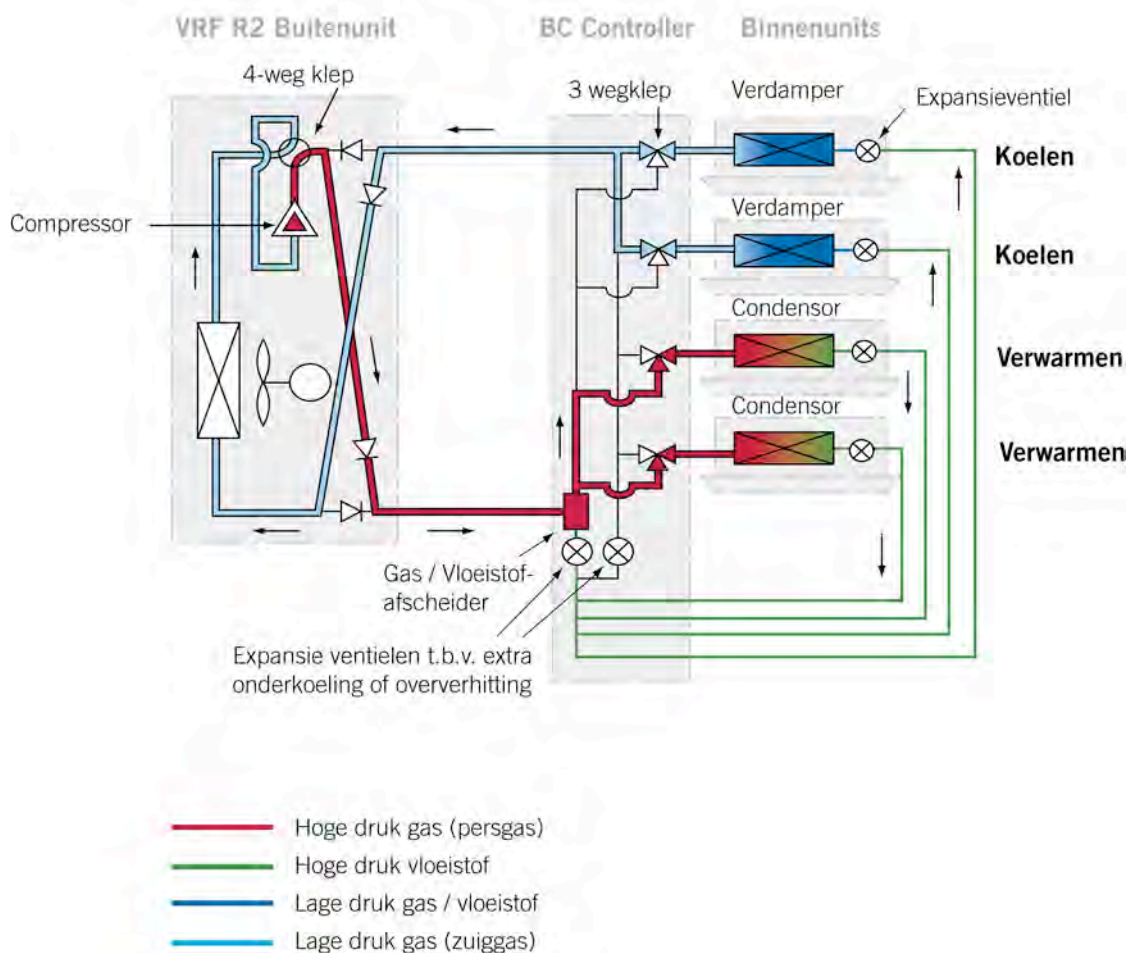
Situatieschets waar hoofdzakelijk gekoeld wordt



Werking gelijktijdige koel- en verwarmingsvraag waarbij koelvraag gelijk is aan de verwarmingsvraag

Bij gelijktijdige koel- en verwarmingsvraag, waarbij de koelvraag gelijk is aan de verwarmingsvraag zal de compressor heet gas maken. Dit hete gas zal rechtstreeks aan de BC controller aangeboden worden waar het opgevangen wordt in de gas/vloeistofafscheider. Via drieweg blokventielen worden aan de binnenunits welke verwarmingsvraag heeft vanuit de bovenzijde van de gas/vloeistofafscheider gasvormig koudemiddel aangeboden. In deze binnenunits vindt het volledige condensatieproces plaats. In de binnenunits zal het koudemiddel warmte af staan aan de ruimte en condenseren. Het koudemiddel in vloeistoffase zal weer aangeboden worden aan de gas/vloeistofafscheider. Aan de onderzijde van de gas/vloeistofafscheider zal vloeistof via drieweg blokventielen aangeboden worden aan de binnenunits welke koelvraag hebben. In deze binnenunits wordt warmte aan de ruimte onttrokken waardoor het koudemiddel verdampt en wordt in gasvorm door de compressor aangezogen waarna het proces opnieuw begint. Ook het volledige verdampingsproces vindt dus in de binnenunits plaats. In deze situatie spreekt men van total heat recovery.

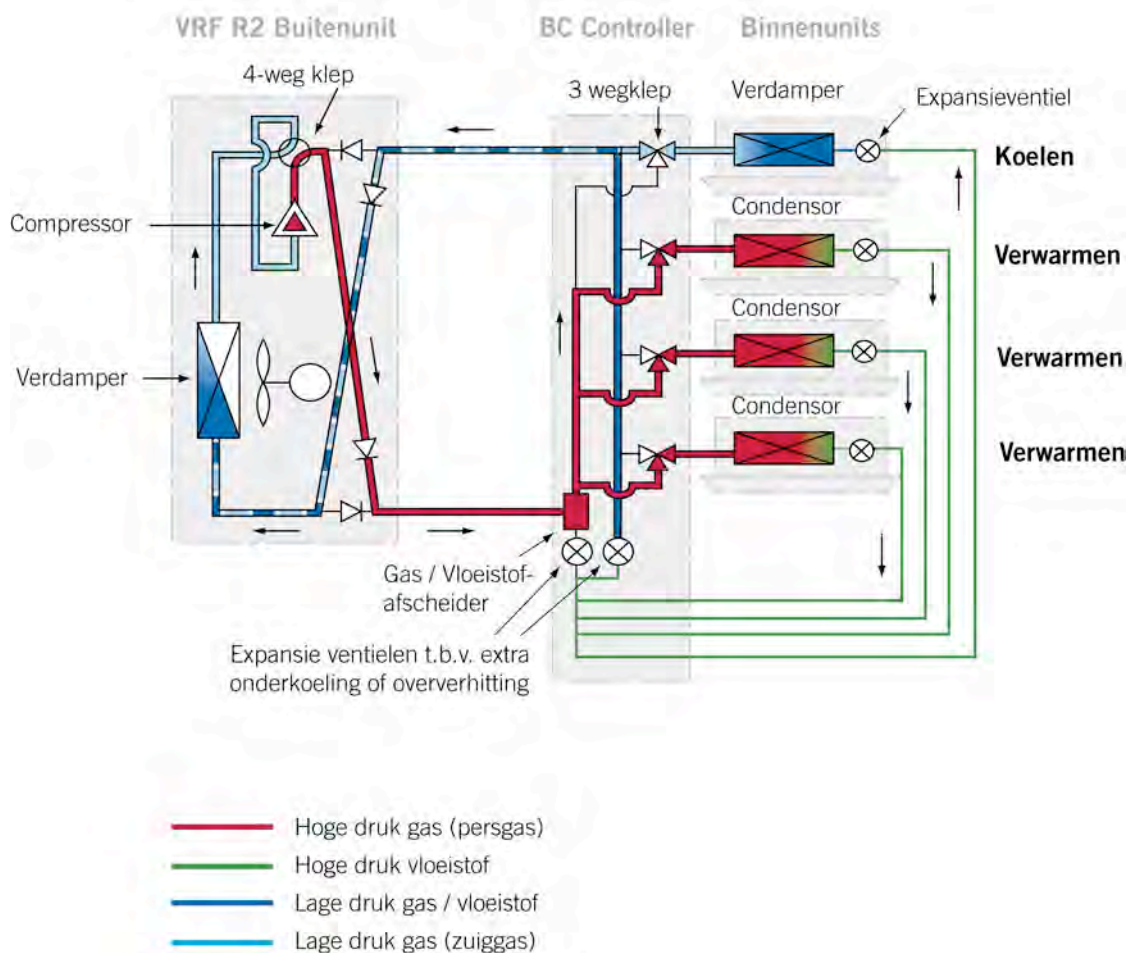
Situatieschets met total heat recovery



Werking gelijktijdige koel- en verwarmingsvraag waarbij koelvraag kleiner is dan de verwarmingsvraag

Bij gelijktijdige koel- en verwarmingsvraag, waarbij de verwarmingsvraag groter is dan de koelvraag zal de compressor heet gas maken. Dit hete gas zal rechtstreeks aan de BC controller aangeboden worden waar het opgevangen wordt in de vloeistofafscheider. Via drieweg blokventielen worden aan de binnenunits welke verwarmingsvraag hebben vanuit de bovenzijde van de vloeistofafscheider gasvormig koudemiddel aangeboden. In deze binnenunits vindt het volledige condensatieproces plaats. In de binnenunits zal het koudemiddel warmte af staan aan de ruimte en condenseren. Het koudemiddel in vloeistoffase zal weer aangeboden worden aan de vloeistofafscheider. Aan de onderzijde van de vloeistofafscheider zal vloeistof via drieweg blokventielen aangeboden worden aan de binnenunits welke koelvraag hebben. In deze binnenunits wordt warmte aan de ruimte onttrokken waardoor het koudemiddel verdampt. Dit gasvormig koudemiddel wordt samen met de overtollige vloeistof naar de buitenunit gebracht. Het verdampingsproces wordt in de verdamper afgemaakt. Als alle vloeistof verdampt is zal het gasvormige koudemiddel door de compressor aangezogen waarna het proces opnieuw begint.

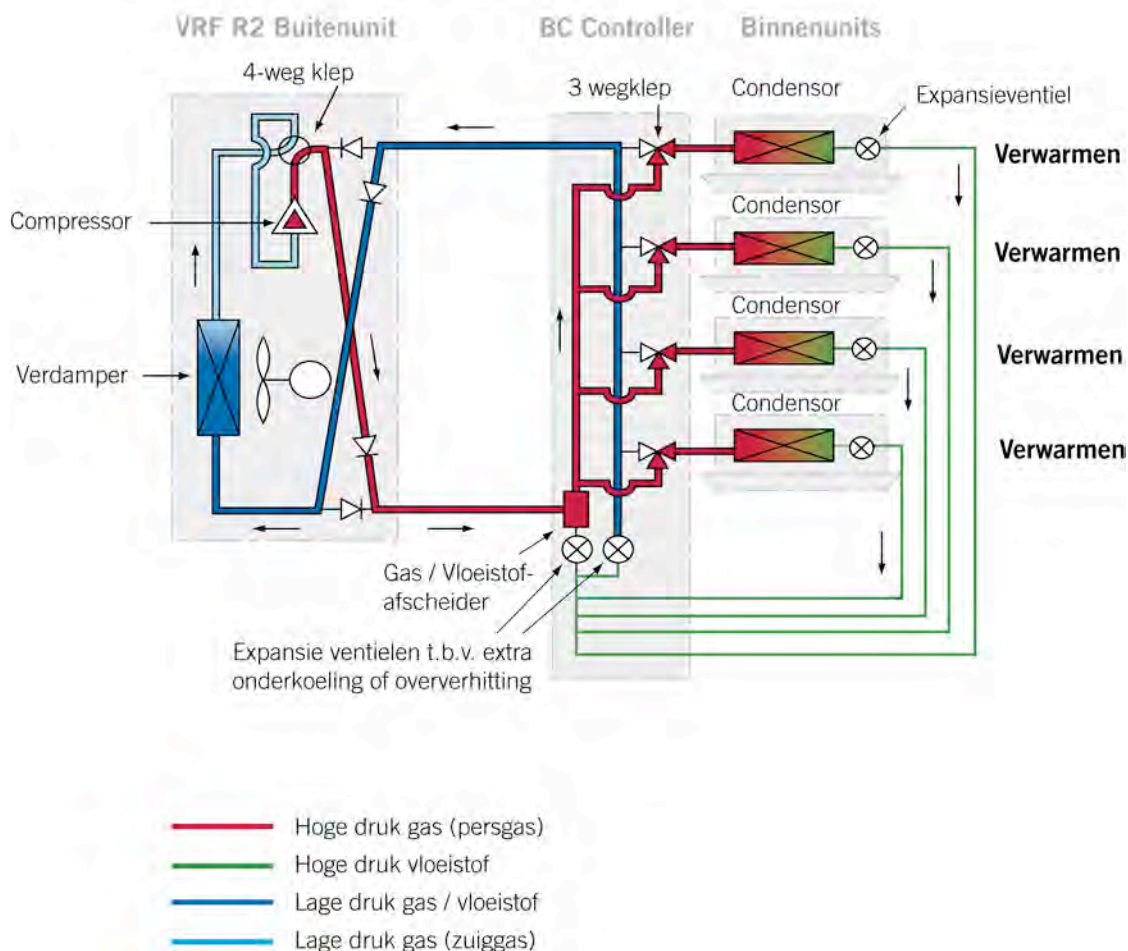
Situatieschets waarbij hoofdzakelijk verwarmd wordt



Werking bij 100% verwarmingsvraag

Bij 100% verwarmingsvraag van de binnenunits krijgt de BC controller direct vanaf de buitenunit heet gas toegevoerd. Dit gas wordt wederom opgevangen in de vloeistofafscheider en over het drieweg blokventiel naar de binnenunits (die in verwarmingsmodus functioneren) geleid. Het koudemiddel geeft de warmte af aan de ruimte, waardoor het koudemiddel condenseert. Via de BC controller gaat het koudemiddel in vloeistoffase naar de buitenunit, waar het in de condensor (op dit moment de functie van verdamper) ingespoten wordt. Het koudemiddel verdampt en wordt het gasvorm door de compressor aangezogen waarna het proces opnieuw begint.

Situatieschets 100% verwarmen



4.0 Waarom R2-systeem in plaats van Y-systeem?

Gelijktijdig koelen en verwarmen

De kennis van de regeltechniek door de elektrotechnische achtergrond van Mitsubishi Electric heeft geresulteerd in de ontwikkeling van de BC Controller. De BC Controller zorgt samen met de buitenunit voor een optimale regeling van het R2-systeem. De unieke werking van de BC Controller binnen het R2-systeem maakt het mogelijk om gelijktijdig te koelen en te verwarmen. Verschillende vertrekken met verschillende functies en verschillende personen vragen ook verschillende vertrekcondities. Het R2-systeem kan voor elk vertrek, onafhankelijk van elkaar, zowel koelen, verwarmen, ontvochtigen of ventileren. Het Y-systeem is niet voorzien van de unieke BC Controller. Het Y-systeem functioneert in koel- of verwarmingsmodus en kan niet gelijktijdig koelen en verwarmen.

Onafhankelijk van oriëntatie

Elk gebouw heeft vertrekken op verschillende oriëntaties. Dit resulteert in verschillende externe warmtelasten. Zeker in tussenseizoenen kan ondanks een koude buitentemperatuur door zontoetreding op de zuidzijde koudevraag ontstaan, terwijl op tegenoverliggende zijde een warmtevraag is. Op dergelijke momenten kan het Y-systeem niet meer voorzien in de gecombineerde koude/warmtevraag. Dit hoeft geen probleem te zijn als er een extra verwarmingvoorziening aanwezig is. Maar als het VRF-systeem geselecteerd is als hoofdverwarming zullen bij het Y-systeem enkele vertrekken niet conform klimaatvraag geconditioneerd kunnen worden. Doordat het R2-systeem zowel in het ene vertrek kan koelen en gelijktijdig in het andere vertrek kan verwarmen kan elk vertrek in de warmtevraag dan wel koudevraag voorzien worden. Bij een VRF-systeem als hoofdverwarming dient om bovengenoemde reden altijd een R2-systeem geselecteerd te worden!!!

Verhoogd comfort en behaaglijkheid

Het R2-systeem maakt het mogelijk om elk vertrek individueel te regelen. Elk vertrek kan onafhankelijk van een ander vertrek koelen, verwarmen, ontvochtigen of ventileren. In elk vertrek kan individueel de temperatuur ingesteld worden zodat iedereen zijn klimaat naar eigen persoonlijke voorkeur kan instellen en regelen. Het R2-systeem resulteert in een verhoogt comfort en behaaglijk werkklimaat.

Energiebesparing door R2-systeem

De BC Controller is de verdeler van het R2-systeem welke regelt of een binnenunit gas (voor verwarming) of vloeistof (voor koeling) tot zijn beschikking krijgt. Daarnaast kan de BC Controller energie welke onttrokken wordt uit een ruimte waar koudevraag heerst hergebruiken in een ruimte waar warmte gevraagd is. Door deze 'Heat Recovery' kan er fors op de energierekening bespaart worden. Naarmate de verhouding van warmte- en koudevraag in een pand meer gelijk wordt, zal de energie-uitwisseling groter worden. Bij een verhouding van 50 : 50 % zal de energie-uitwisseling maar liefst 100% bedragen.

5.0 Rendement van een R2-systeem

COP waarde

De energie welke aan de VRF-systemen toegevoerd dient te worden is elektrische energie om de compressor in werking te stellen. Door het toevoeren van 1 kW elektrische energie aan de compressor kan ca. 4 kW warmte van binnen naar buiten of buiten naar binnen getransporteerd worden. 1 kW elektrisch vermogen betekent dus ca. 4 kW koelcapaciteit of ca. 4 kW verwarmingscapaciteit. Het rendement van de warmtepomp wordt uitgedrukt in een Coëfficiënt Of Performance (COP). De COP is het nuttig vermogen (verwarmen of koelen) gedeeld door het opgenomen vermogen. Indien in de verwarmingsmodus een COP gehaald kan worden welke hoger is dan 4,0 geeft de overheid subsidie in de vorm van de EIA regeling (Energie Investerings Aftrek 2010) op het totale warmtepompsysteem. Bij een COP van 3,5 is het verwarmen door middel van een warmtepomp energiezuiniger dan een cv ketel.

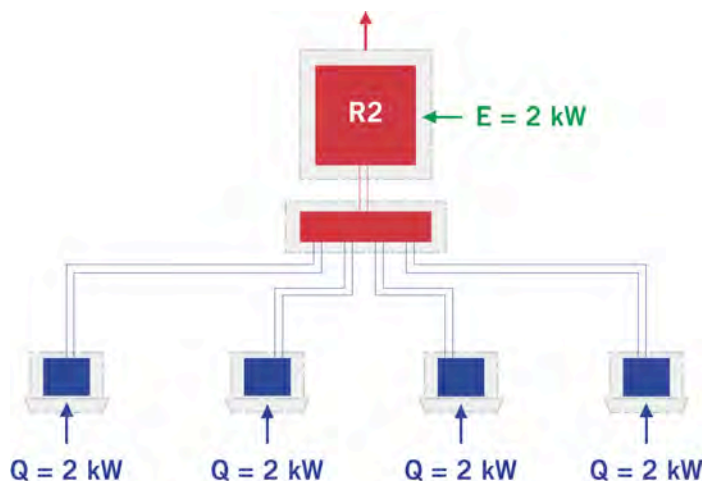
Energie-uitwisseling

De COP wordt dus berekend door de nuttige energie te delen door het opgenomen elektrisch vermogen. Door het uitwisselen van energie binnen het R2-systeem worden zowel het verdampingsproces als het condensatieproces nuttige energie, terwijl het opgenomen vermogen gelijk blijft. Hierdoor wordt de COP en daarmee de energieprestatie aanzienlijk verhoogd.

De COP wordt aan de hand van onderstaande figuren in de verschillende situaties aangetoond.

COP R2 systeem bij 100 % koelvraag

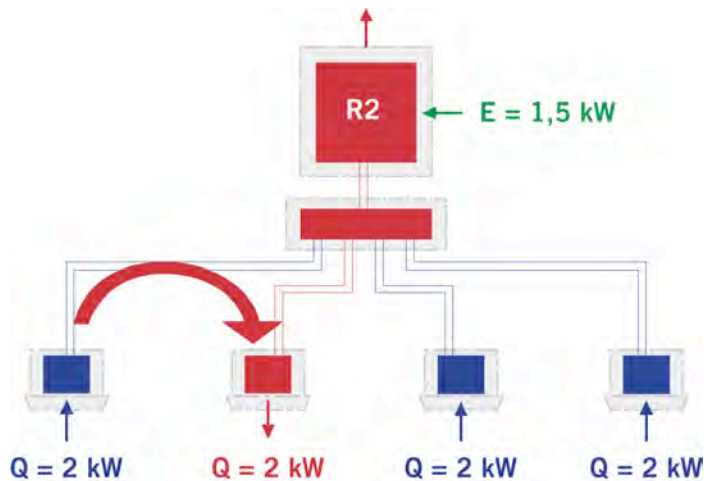
Bij 100 % koelvraag is de COP nominaal d.w.z. nuttige koelcapaciteit gedeeld door het opgenomen elektrisch vermogen.



$$\text{COP systeem} = \frac{2 + 2 + 2 + 2}{2} = 4,0$$

COP R2-systeem bij 75 % koelvraag / 25% warmtevraag

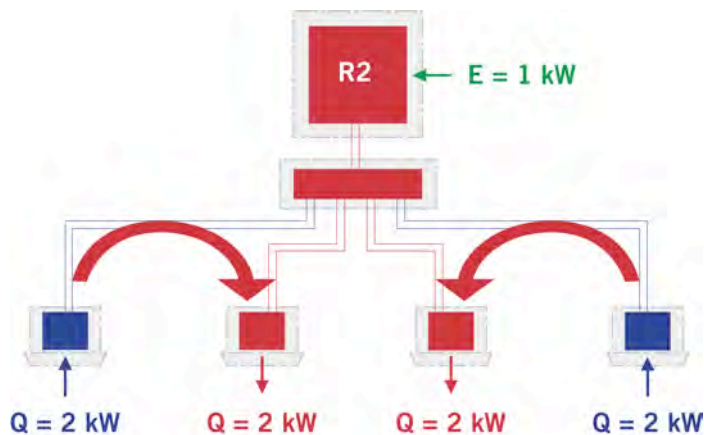
Bij 75% koelvraag wordt de compressor voor 75% belast (75% van 2 kW is 1,5 kW). De uit de te koelen ruimten onttrokken warmte wordt bij 100% koelen aan de buitenlucht afgevoerd. In deze situatie (75 % - 25 %) kan deze warmte gebruikt worden om in de benodigde warmtevraag te voorzien. Overige warmte (50%) wordt aan de buitenlucht afgegeven. De warmtedekking voor de ruimte met warmtevraag is zonder extra toe te voegen energie geleverd (gratis) maar is wel nuttige energie en wordt in de COP berekening als nuttige meegenomen. COP stijgt in deze situatie van 4 naar 5,3.



$$\text{COP systeem} = \frac{2 + 2 + 2 + 2}{1,5} = 5,3$$

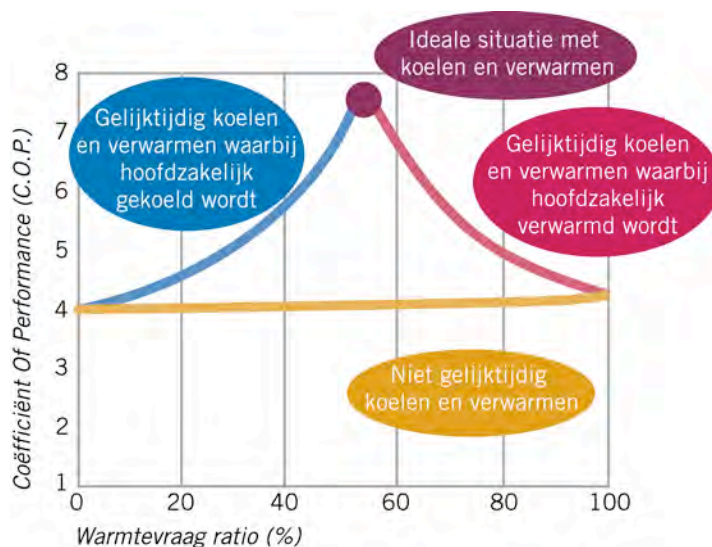
COP R2-systeem bij 50 % koelvraag / 50% warmtevraag

Bij 50% koelvraag en 50% warmtevraag wordt de compressor voor 50% belast (50% van 2 kW is 1 kW). De uit de te koelen ruimten onttrokken warmte wordt volledig te beschikking gesteld aan de ruimten met warmtevraag. De warmte dekking voor de ruimte met warmtevraag wordt zonder extra toe te voegen energie geleverd (gratis) maar is wel nuttige energie en wordt in de COP berekening als nuttige meegenomen. COP stijgt in deze situatie van 4 naar 8.



$$\text{COP systeem} = \frac{2 + 2 + 2 + 2}{1} = 8,0$$

In grafiekvorm kan de COP van een City Multi VRF-systeem tijdens deellast als volgt worden weergegeven:



COP over jaar gezien

Een installatie wordt berekend om in uiterste buitencondities (-10°C en 28~32°C) in warmte- en koudedekking te voorzien. Deze extremen komen echter maar een paar uur per jaar voor. In onderstaande grafiek is het aantal uur per jaar dat een bepaalde temperatuur voorkomt weergegeven. Hiervoor is het genormaliseerde referentiejaar NEN-EN-ISO 15927 gebruikt. Tevens is de vermoedelijke deellast van de installatie bij de verschillende buitentemperaturen weergegeven. Hieruit kan herleid worden dat een installatie gedurende het grootste gedeelte van het jaar een met een hogere COP draait dan de nominale COP. De Gemiddelde COP gedurende een jaar bedraagt Ca. 5,5 ~ 6,0.

