

8 Koeling

Om overbodig energieverbruik van en extra investeringen in actieve koeling te voorkomen, moet in de ontwerpfase al rekening gehouden worden met het minimaliseren van de koelbehoefte door juiste oriëntatie van ramen, zonwering en zomernachtventilatie (via o.a. speciale gevelopeningen en dakramen of dakkoepels). Wanneer uit bepaling van het aantal warmte-overschrijdingsuren in de zomer blijkt dat een koelsysteem wenselijk is, pas dan een koelsysteem toe dat gevoed wordt met hoge temperatuur ($\geq 16^\circ\text{C}$). Hierdoor is vrije koeling, zonder koelmachine mogelijk. Dit is energiezuiniger dan de traditionele 'airco'. In dit hoofdstuk worden de meest toegepaste vormen van koeling in woningen beschreven.

Deelchecklist Koeling

Initiatief / haalbaarheid / projectdefinitie

- Let op de oriëntatie van de ramen. Vooral de westelijke richtingen geven een verhoogd risico;
- Reserveer budget voor zonwering en zomernachtkoeling als integraal onderdeel van het gebouw;
- Maak een principe keuze voor mogelijke vloerbedekking: zachte vloerbedekkingen zijn minder geschikt voor vloerkoeling vanwege het risico op condens onder de vloerbedekking (paragraaf 8.2.1);
- Stel het gewenste zomercomfort vast als het maximale aantal uren per jaar dat 25°C overschreden mag worden.

Structuurontwerp / Voorontwerp

- Kies de raamafmetingen verstandig afhankelijk van de richting op de zon;
- Neem zonwering op in het ontwerp (vaste overstekken of beweegbare zonwering);
- Overweeg de keuze voor vrije koeling via een warmte-/koudeopslag; reserveer ruimte voor deze voorziening in het terrein (paragraaf 8.3.4);
- Neem in het ontwerp inbraak- en regeninslagvrije, afsluitbare, gevel- en dakopeningen op voor zomernachtkoeling;
- Overweeg ventilatie via grondbuizen (paragraaf 6.8);
- Reserveer indien voor een warmtepomp gekozen wordt, voldoende opstelruimte waar geluid en trillingen geen kwaad kunnen. In grondgebonden woningen is dat veelal op de begane grond (paragraaf 7.3.3).

Definitief Ontwerp / Technisch ontwerp

- Detaillering van de zonwering; grondbuizen; isolatieluiken voorzieningen voor zomernachtkoeling;
- Denk aan een eenvoudige en logische bediening van deze voorzieningen;
- Maak een controleberekening van de temperatuuroverschrijdingsuren;
- Neem in een gebalanceerde ventilatie-unit altijd een bypass voor de zomer op, liefst met automatische regeling (paragraaf 6.6);
- Werk het bodemsysteem voor een warmte-/koudeopslag uit, inclusief de ontwerpberekeningen op koelvermogen en de koelcapaciteit gedurende 10 jaar;
- Controleer de opstelplaats van een warmtepomp op afmeting, geluid en trillingen;
- Reserveer de plaatsen van de verdelers en verzamelaars voor een vloer- of wandkoeling (paragraaf 7.2.3);
- Ontwerp het regelsysteem voor koelen.

Uitvoering /gebruik / exploitatie

- Controleer het legpatroon vloer-/wandkoeling (paragraaf 7.2.3);
- Controleer de opstelling van een warmtepomp op geluid en trillingen;

- Controleer de capaciteit van een warmte/koude opslagsysteem en zorg voor de garantie;
- Maak een goede gebruikersinstructie voor het zomerbedrijf van de woning (zonwering/ zomernachtventilatie/ grondbuisventilatie/ vloer-/wandkoeling) [130];
- Houd roosters e.d. voor zomernachtventilatie en de grondbuisventilatie schoon;
- Controleer bij het jaarlijkse onderhoud van een gebalanceerd ventilatiesysteem ook de automatische bypass;
- Laat een open bron jaarlijks door een terzake kundig bedrijf controleren, ook i.v.m. de garantie.

8.1 Koelvraag

De koelvraag wordt veroorzaakt door:

- Externe belasting, warmtestromen die van buiten komen (zoninstraling, hoge buitenlucht temperaturen);
- Interne belasting, veroorzaakt door warmtebronnen in de woning zelf (verlichting, apparatuur, mensen).

De koelvraag wordt berekend uit de overtollige warmte die leidt tot een temperatuurstijging boven de 24 °C.

In andere hoofdstukken zijn de mogelijkheden beschreven om in de ontwerpfase te voorkomen dat het in de woning te warm wordt. De volgende maatregelen komen daar aan de orde:

- Voldoende spuivoorzieningen (te openen ramen): paragraaf 6.2.1;
- Gebruik maken van energiezuinige elektrische apparatuur met een lagere warmteafgifte: hoofdstuk 10;
- Zonwerend glas: glas waarmee zonnewarmte effectief geweerd wordt (gaat dus ten koste van passief gebruik zonnewarmte in stookseizoen) en toch nog relatief veel daglicht wordt doorgelaten: paragraaf 5.2.2;
- Buitenzonwering: paragraaf 5.2.2;
- Thermische massa van het gebouw: om de thermische massa volledig te kunnen benutten is het nodig dat die massa niet afgedekt wordt door isolerende lagen als tapijt, kasten of verlaagde plafonds: zo kan deze massa de warmte accumuleren en later afstaan: paragraaf 5.3;
- Zomernachtventilatie (of passieve koeling) (afbeelding 8.1): de koele nachtlucht wordt gebruikt om het gebouw af te koelen. Het effect hiervan is groter bij voldoende thermische massa: paragraaf 6.8;
- Vóór-koelen van de toevoerlucht met een grondbuis: paragraaf 6.8.

Desondanks kan er, om een behaaglijk binnenklimaat te realiseren, een koudebehoefte bestaan die het nodig maakt aanvullend koeling zoals hieronder beschreven, toe te passen.

In de voorgangers van de NTA 8800 (de NEN 7120) werd in de energieprestatieberekening altijd gerekend met een fictief energiegebruik voor koeling: de post zomercomfort. Dus ook in woningen waar geen actief koelsysteem aanwezig was, werd toch een (fictief) energiegebruik voor koeling in rekening gebracht. De gedachte hierachter was dat bewoners in een slecht ontworpen woning (met veel oververhitting) na verloop van tijd toch een actieve mobiele koelunit aan zouden gaan schaffen. De post zomercomfort kon beperkt worden door passieve maatregelen (zoals zonwering) te treffen. In de NTA 8800 is de post zomercomfort verdwenen, en scoort een woning met koeling per definitie dus slechter dan dezelfde woning zonder koeling. In die zin wordt het toepassen van een koelsysteem in de energieprestatieberekening ontmoedigd. Om te voorkomen dat woningen door het ontbreken van een koelsysteem in de zomer oververhitten is er in het Bouwbesluit wel een aanvullende eis opgenomen dat bij woningen zonder koelsysteem vooraf aangetoond moet worden (door middel van de TO_{juli} -indicator en/of temperatuuroverschrijdingsberekeningen) dat deze woningen ook in de zomermaanden een comfortabel binnenklimaat hebben.



Afb. 8.1 Voorbeeld van ventilatierooster + isolatieluik voor zomernachtventilatie (Bron: Timmerfabriek Overbeek / Aralco)

8.2 Afgiftesystemen

8.2.1 Hoge/lage temperatuur

Wanneer het niet mogelijk is om met genoemde maatregelen de koudebehoefte voldoende te beperken, moet voor een energie-efficiënte koeling gekozen worden. Om efficiënt te zijn moet het temperatuurverschil tussen het afgiftesysteem en de te koelen ruimte klein zijn. Dit betekent een 'hoge temperatuur koelsysteem'. De temperatuur van de lucht of het water is daarbij hoger dan 16 °C. De hoge temperatuur systemen worden over het algemeen gecombineerd met een 'lage temperatuur verwarmingssysteem' (paragraaf 7.2). Tot deze systemen behoren:

- Vloerkoeling/wandkoeling (ook plafondkoeling is mogelijk);
- Betonkernactivering.

Bij 'lage temperatuur koelsystemen' is de temperatuur van de lucht of het water 7 tot 12 °C. Deze systemen worden over het algemeen als minder comfortabel ervaren (tocht, ongelijkmatige temperatuur in de ruimte, geluid, onderhoud). Deze systemen gebruiken ook meer energie (opwekking van koude en veelal een ventilator).

Relatieve luchtvochtigheid

Een belangrijk aspect bij koeling is de relatieve luchtvochtigheid. Lucht met een hoge temperatuur kan meer vocht bevatten dan lucht met een lage temperatuur. De lucht in een woning bevat over het algemeen meer vocht dan buiten door vochtproductie van de mens zelf, koken, douchen etc. Wanneer de lucht afkoelt wordt de relatieve luchtvochtigheid van de lucht hoger en bij een bepaalde temperatuur vindt condensatie plaats (dauwpunt-temperatuur, zie bijlage 1). Een hoge luchtvochtigheid kan leiden tot groei van micro-organismen zoals huisstofmijt, bacteriën en schimmels. Dit levert de volgende aandachtspunten op:

- Voor een vloer-/ wandkoeling of betonkernactivering betekent dit dat het vloer-, wand- of plafondoppervlak niet kouder mag worden dan de dauwpunt-temperatuur. Dit betekent niet lager dan ca. 18 °C en op hele warme, vochtige dagen niet lager dan 21 °C. Ook onder vloerbedekking mag de temperatuur niet onder deze grens dalen, omdat er anders condens onder die vloerbedekking komt;
- Luchtcoolers koelen de lucht zover af dat vocht in het koelapparaat condenseert en de lucht 'ontvochtigd' ingeblazen wordt. De condens moet afgevoerd worden op het riool. Er mag nooit condensaat in het apparaat achterblijven;
- Koude leidingen, waar water met een lagere temperatuur dan de dauwpunt-temperatuur doorheen stroomt, moeten dampdicht zijn geïsoleerd. Voorkom dat vocht zich ophoopt in de isolatie of tussen buis en isolatie. Dit kan schijnbaar 'lekkage' veroorzaken.

8.2.2 Vloer- en wandkoeling

Net als bij vloer- en wandverwarming hoeft, vanwege het grote koelend oppervlak, het temperatuurverschil tussen de lucht in de ruimte en het oppervlak van de vloer of wand slechts klein te zijn om redelijk te kunnen koelen (paragraaf 7.2). De warmte wordt afgevoerd door circulatie van koud water in leidingen in de vloer of de wand; beide koelsystemen zijn hetzelfde als die voor vloer- en wandverwarming. Deze koeling wordt als zeer comfortabel ervaren omdat er geen hinderlijke tocht optreedt en een gelijkmatige temperatuur in de ruimte heerst.

Het vermogen van koeling wordt bepaald door de lengte en doorstroming van de leidingen in de vloer. Deze worden hierop berekend. Voor koeling moeten de leidingen meestal dichter op elkaar gelegd worden dan bij verwarmen. Een afstand van 100 of maximaal 150 mm is gebruikelijk. Dit heeft overigens ook in de winter het voordeel dat de aanvoertemperatuur dan lager kan zijn.

Wanneer de temperatuur in de ruimte stijgt, wordt het temperatuurverschil tussen de ruimte en de vloer of wand groter en neemt de koude-afgifte dus toe, zonder ingrijpen van de gebruiker of een thermostaat. Een graad extra temperatuurverschil betekent veelal 20 of 30% extra koelcapaciteit. Het systeem is daardoor min of meer zelfregelend.

Door de grenzen aan de temperatuur is de capaciteit van vloer- en wandkoeling beperkt. De koude-afgifte van een vloer of wand bedraagt maximaal 25 W/m^2 . Ook bij vloerkoeling moet de ontwerper dus bouwkundige maatregelen nemen om de koelvraag te beperken.

Zonnewarmte die op een gekoelde vloer valt, wordt zeer effectief afgevoerd, zonder dat de warmte merkbaar in de ruimte komt. Het effect van vloerkoeling is op zo'n moment veel groter dan berekend.

Regeling

Om de vloer of wand op de juiste temperatuur te houden en zo condensproblemen te voorkomen, kan de wateraanvoertemperatuur verhoogd worden door bijmenging met retourwater.

Een aan/uit regeling op de retourtemperatuur (het opgewarmde water dat uit de vloer of wand komt) is voor woningen minder geschikt. Er kunnen dan plaatselijk toch te lage temperaturen in de vloer of wand optreden met condens tot gevolg.

De overgang van verwarmen naar koelen kan geregeld worden met een schakelaar, die ook de gewone thermostaat tijdelijk buiten werking stelt. Dat is een vrij primitieve regeling. Logischer is een gecombineerde koel-/verwarmingsthermostaat. Volgens gangbare eisen moet die in elk woonvertrek aangebracht worden. Let op dat een standaard thermostaat voor verwarmen of een thermostatische radiatorventiel niet geschikt zijn om koeling te regelen. Als de ruimte door de koeling kouder wordt, zal zo'n thermostaat of ventiel 'warmte vragen' en dus meer water naar de vloer laten stromen. Het wordt daardoor nog kouder in plaats van warmer. De speciale koel/verwarmings-thermostaten zijn absoluut noodzakelijk. Een goede regeling van koelen en verwarmen is vrij complex en daardoor kostbaar.



Afb. 8.2 Het afgiftesysteem voor vloerkoeling is hetzelfde als voor vloerverwarming. Een systeem met direct een isolatielaag er onder reageert veel sneller dan een systeem zonder die isolatie (zie ook paragraaf 7.2.3). Op de foto moet de dekvloer nog worden aangebracht

8.2.3 Betonkernactivering

Een bijzondere vorm van een 'hoge temperatuur koelsysteem' is betonkernactivering. Het principe is gebaseerd op accumulatie van warmte (paragraaf 7.2) en koude in de bouwconstructie. De verwarming-/koelleidingen worden hierbij in de kern van de vloer c.q. plafond aangebracht en niet in de dekvloer. Hierdoor wordt de thermische actieve massa van de betonnen verdiepingsvloeren vergroot: In de zomer voert het water de door de massa opgenomen warmte af. Door de grote massa wordt de koudevraag uitgesmeerd over het etmaal. Dit beperkt de piekvraag voor de koude-opwekking.

Betonkernactivering kan opgenomen worden in prefab vloerelementen. Betonkernactivering geeft koude af aan de bovenzijde van de vloer én aan de onderzijde van de vloer (plafond). De capaciteit is daardoor groter. De koude-afgifte van een plafond is zelfs groter dan van een vloer door grotere circulatie van lucht. De totale afgifte kan daardoor 60 W/m² vloer bedragen.

Aandachtspunten

- Het systeem is uitermate traag. De thermostaat even een graadje hoger of lager zetten heeft geen zin;
- Net als bij vloerverwarming/-koeling is de keuze aan vloerbedekking beperkt;
- Het plafond moet niet van onderen afgewerkt ('geïsoleerd') worden;
- Een zwevende dekvloer belemmert de afgifte via de vloer;
- Er kan aan de onder- en bovenzijde tegelijk maar één temperatuur worden afgegeven. In een woongebouw betekent dit dat het systeem niet per woning afzonderlijk kan worden geregeld en dus niet toegepast kan worden;
- Om dezelfde reden kan in een eengezinswoning de temperatuur op de begane grond en op de verdieping niet afzonderlijk geregeld worden. Dat zal vaak ongewenst zijn.

8.2.4 'Airconditioningsystemen'

In deze apparaten wordt ruimtelucht via een warmtewisselaar afgekoeld. De warmtewisselaar kan of in de ruimte zelf staan of centraal als onderdeel van het ventilatiesysteem of luchtverwarming. Dit zijn 'lage temperatuur' koelsystemen.

De koude lucht wordt met lage temperatuur en met hoge snelheid in de ruimte geblazen. De temperatuur in de ruimte is dan ook minder gelijkmatig dan met een 'hoge temperatuur koelsysteem'. Dit kan tochtklachten geven en stofwerveling. De ventilator in ruimtekoeleers betekent over het algemeen ook extra geluid. De ventilatoren verbruiken ook een niet te verwaarlozen hoeveelheid extra elektriciteit (zie hoofdstuk 10).

Een 'lage temperatuur koelsysteem' koelt de lucht dusdanig af dat vocht in het koelapparaat condenseert en de lucht 'ontvochtigd' ingeblazen wordt. Dit versterkt het koelend effect. Dit betekent wel dat steeds condensaat uit het systeem moet worden afgevoerd. Goed onderhoud van het koelapparaat is extra van belang om te voorkomen dat in deze vochtige omgeving microbiologische groei ontstaat en dat dit door de ingeblazen lucht in de ruimte verspreid wordt.

In woningen worden over het algemeen drie typen airconditioningsystemen toegepast:

- Bedrijfsklare luchtbehandelingsapparaten (mobiele airco);
- Split-unit;
- Systemen die ingebouwd of gekoppeld zijn in het ventilatie- of luchtverwarmingssysteem.

Bedrijfsklare luchtbehandelingsapparaat (mobiele airco)

Dit is een compact apparaat dat in de ruimte zelf staat en op een bestaande wandcontactdoos kan worden aangesloten. Voor de afvoer van warmte is meestal een luchtslang aanwezig die via een open raampje naar buiten gaat. Via dit raampje komt wel weer buitenlucht naar binnen. Bij erg warm weer moet er daardoor extra gekoeld worden.

Om condens af te voeren is het toestel voorzien van een condensaatbak. Deze moet regelmatig geleegd worden. De regeling (veelal 'aan/uit') is op het apparaat aangebracht. Mobiele airco's hebben een slecht rendement (afbeelding 8.3) en moeten gezien worden als absolute noodoplossing.

Wanneer in een woning geen actief koelsysteem aanwezig is, is in de NTA 8800 [30] een berekening opgenomen om het risico op de hoge temperaturen te berekenen. In de norm is een vereenvoudigde

methode opgenomen om het risico op oververhitting per rekenzone en per oriëntatie te bepalen aan de hand van de maand juli (TO_{juli} -indicator).

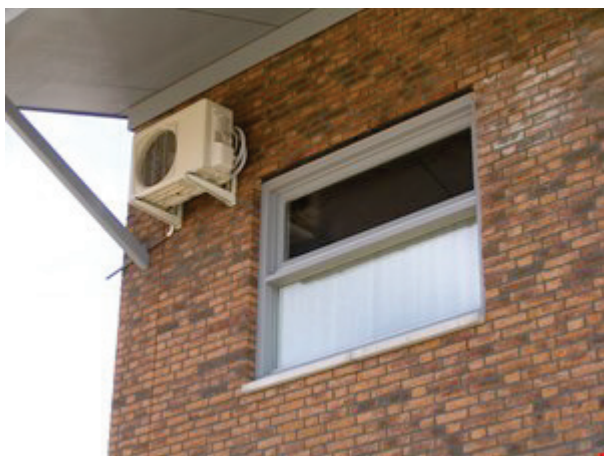


Afb. 8.3 Een voorbeeld van een mobiele airco met condensopvangbak

Split-unit

Dit systeem bestaat uit twee delen: een afgiftedeel in de ruimte en een buitendeel met daarin de koude-opwekker en de condensor met ventilator die de warmte afgeeft aan de buitenlucht. Tussen beide delen circuleert het koudemiddel in twee dunne leidingen. Deze koude leidingen dienen dampdicht geïsoleerd te worden. Het binnendeel moet aangesloten worden op een condensleiding. Zowel het binnendeel als het buitendeel is voorzien van een ventilator. Let daarom goed op het stroomverbruik en de geluidsproductie. Zeker als de unit ook 's nachts gebruikt moet worden. Er bestaan split-systemen waarbij op één buitendeel meerdere binnendelen kunnen worden aangesloten.

Het rendement van split-units (afbeelding 8.5) is duidelijk beter dan van de mobiele airco's, maar door de vaste opstelling zullen ze ook vaker aangezet worden, zodat het verbruik meestal hoger uitkomt. Aan te bevelen zijn modulerende apparaten ('inverter technologie') die bij deellast een duidelijk beter rendement hebben en minder geluid maken. De regeling is over het algemeen in het apparaat opgenomen, veelal met een afstandsbediening. Split-airco's kunnen ook 'omkeerbaar' zijn en dan in de winter als luchtwarmtepomp werken (paragraaf 7.3).



Afb. 8.4 Een split-unit heeft een tocht risico en ontsiert de gevel

Ingebouwde systemen

In een gebalanceerd ventilatiesysteem of een luchtverwarmer kan een aparte warmtewisselaar (koelbatterij) ingebouwd worden waarmee de toevoerlucht naar believen gekoeld kan worden. Let hierbij ook op de condensaatafvoer.

De inblaasventielen moeten geschikt zijn om koude lucht tochtvrij in te blazen. Luchtkanalen moeten dampremmend geïsoleerd worden om condens op de buitenzijde van deze kanalen te voorkomen.

Regeling

Met een schakelaar kan de koeling ingeschakeld worden. Centraal wordt dan een vaste inblaas temperatuur gemaakt. Alleen door de luchthoeveelheid te regelen kan de koude-afgifte aangepast worden op de vraag per ruimte.

Alternatief is een speciale kamerthermostaat voor koelen en verwarmen. Let op dat een standaard kamerthermostaat voor verwarmen niet geschikt is om koeling te regelen.

8.3 Koude-opwekking

Wanneer de ruimtetemperatuur hoger is dan een ingestelde waarde zal er een koudevraag zijn. Hierdoor zal de koude-opwekking in bedrijf gaan en zal koude worden geproduceerd. De koude wordt door een transportmedium (lucht, water of koudemiddel) overgedragen aan de ruimte, waardoor de ruimtetemperatuur weer onder de ingestelde waarde zal dalen. Beneden een buitentemperatuur van bijvoorbeeld 18 °C wordt de koude-opwekking geblokkeerd. Voor het opwekken van de benodigde koude wordt meestal gebruik gemaakt van een compressiekoelmachine, maar ook vrije koeling of een absorptiekoelmachine is een goede mogelijkheid.

Het rendement van een koelmachine wordt uitgedrukt in de COP. De COP is de verhouding tussen de nuttig geleverde koude en de daarvoor benodigde aandrijfenergie, inclusief eventuele motorverliezen en exclusief energie voor hulpapparatuur.

Let op: voor warmtepompen geldt: $COP_{\text{koelen}} \approx (COP_{\text{verwarmen}} - 1)$ want bij koelen wordt de (elektrische) aandrijfenergie niet nuttig gebruikt.

Afb. 8.5 Enkele voorbeelden van koelers met bijbehorende COP.

Systeem	COP
Mobiele airco	1,5 - 2
Splitunit	2,5 - 3,5
Compressiekoelmachine	3 - 4,5
Absorptiekoelmachine (gas)	-
Absorptiekoelmachine (restwarmte)	8 - 12
Warmtepomp in zomerbedrijf (bodem/grondwater)	4 - 5
Vrije koeling op bodemwisselaar	8 - 16
Vrije koeling op grondwater	10 - 20

8.3.1 Compressiekoelmachine

Bij een compressiekoelmachine zuigt een compressor bij een lage druk een koelmiddel aan dat door compressie op een hogere druk wordt gebracht waarbij de temperatuur stijgt. De compressor wordt elektrisch aangedreven. Het hete koelgas wordt naar de condensor geleid waar het afkoelt en tot vloeistof condenseert. De condensatiewarmte wordt afgevoerd. Vervolgens vindt in het expansieventiel een reductie van de druk plaats, waarna het vloeibare koelmiddel in de verdamper bij deze lagere druk tot verdamping komt. Hierbij wordt warmte aan water (indirecte expansiekoeling) of aan lucht (directe expansiekoeling) onttrokken. In de verdamper wordt dus warmte aan de omgeving (water of lucht) onttrokken (= koeling), deze warmte wordt in de condensor weer afgegeven aan bijvoorbeeld de buitenlucht. Compressiemachines vinden we in de meeste koelapparaten zoals mobiele airco's, split-units etc. De COP kan sterk variëren (afbeelding 8.5). Verbetering is alleen mogelijk door het toerental van de compressor te regelen ('inverter' technologie). Daardoor kan de koelmachine veel in deellast werken met een beter rendement.

Koudemiddelen

In een koelsysteem zit een koudemiddel. Veel van deze middelen zijn zeer schadelijk voor het milieu. De zwaarste boosdoeners (de CFK's R-11, R-12, R-22) zijn verboden en worden niet meer toegepast. Nieuwe koudemiddelen zijn o.a. R-407C, R-134A. Deze zijn vrij van chloor en vormen daardoor geen gevaar meer voor de ozonlaag, maar hebben wel een sterk broeikaseffect tot 1700 maal hoger dan CO₂ als ze vrijkomen. Installaties waar deze of de oude middelen in voorkomen mogen alleen onderhouden worden door een 'STEK' gecertificeerde monteur [192]. Natuurlijke koudemiddelen hebben dit nadeel niet. Dit zijn ammoniak (R-717), CO₂ (R-744) of simpele koolwaterstoffen zoals propaan (R-290). In de koudetechniek worden die wel aangeduid zoals tussen haken vermeld. Voor woonhuisinstallaties komt vooral propaan in aanmerking.

8.3.2 Absorptiekoelmachine

De absorptiekoelmachine werkt in hoofdzaak volgens hetzelfde proces als de compressiekoelmachine, alleen vindt er geen mechanische compressie plaats, maar via een aparte absorptie- en desorptiecyclus: De damp in de verdamper wordt geabsorbeerd in een vloeistof (vaak water). Die vloeistof wordt naar de hogere druk gebracht en op die hogere druk wordt het koudemiddel met warmte weer uit het absorptiemiddel afgescheiden. Het verpompen van de vloeistof kost maar weinig energie. Het overgrote deel van het vermogen wordt toegevoerd als warmte op een relatief bescheiden temperatuurniveau tussen 80 en 200 °C.

Wanneer daarvoor restwarmte wordt gebruikt, is absorptiekoeling voor grotere gebouwen een goede optie. Direct met gas gestookt is het rendement op primaire energie een stuk lager dan compressiekoeling en daarom af te raden.

Een voordeel van absorptiekoeling is wel dat de geluidsproductie laag kan zijn.

8.3.3 Warmtepomp in zomerbedrijf

In zomerbedrijf werkt de warmtepomp als een gewone compressiekoelmachine met een efficiënt afgiftesysteem (bijvoorbeeld vloerkoeling). Een warmtepomp die de bodem als bron heeft, zal in zomerbedrijf de aan de woning onttrokken warmte in de bodem opslaan. Daarmee wordt de in de winter onttrokken warmte weer aangevuld: de bodem wordt geregenereerd. Dat is gunstig voor het rendement in de winter en in veel gevallen noodzakelijk om te voorkomen dat de bodem jaar na jaar verder afkoelt. Regeneratie kan echter even goed en met een geringer energieverbruik met vrije koeling zoals hierna besproken.

8.3.4 Vrije koeling

Indien voor de verwarming een warmtepomp met een bodembron (open of gesloten, paragraaf 7.3.3 en 7.3.9) beschikbaar is, kan die bron in de zomer gebruikt worden voor vrije koeling. De temperatuur in de bodem (10 tot 12 °C) is laag genoeg voor alle afgiftesystemen. Voor deze koeling hoeft alleen een circulatiepomp te draaien om het water tussen bron en afgiftesysteem (bijvoorbeeld vloerkoeling) te circuleren. De warmtepomp zelf komt hiervoor niet in bedrijf. De COP van dit systeem ligt tussen de 10 en 20.

De afkoeling van de bron in de winter wordt op deze manier (deels) weer aangevuld. Deze regeneratie is van belang om er voor te zorgen dat de bodem niet elk jaar kouder wordt. Als dat wel het geval is, zou het rendement (COP) van de warmtepomp elk jaar slechter worden (paragraaf 7.3). Meer informatie [193].