

# Collectieve koeling gebruikt de helft aan energie

Het koelen van gebouwen heeft in Nederland de laatste jaren een grote vlucht genomen. Airco's zijn massaal verkocht, met als gevolg een zomerse piek in energiegebruik. Er zijn echter verschillende milieuvriendelijke manieren om te koelen, zoals adsorptiekoeling en koudeopslag in de bodem. Ook collectieve koeling met rivierwater is een redelijk nieuwe techniek. Deze koelmethode gebruikt de helft minder primaire energie en zorgt voor een forse besparing op CO<sub>2</sub>-uitstoot. Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende soorten koelmethoden en de uitdagingen in hoogbouw? Er zijn zelfs interessante mogelijkheden voor legionellapreventie in leidingwaterinstallaties.

Ing.M. (Marco) Bakker, Customer Engineer bij Eneco en drs. H.Q. (Harry) Pietersen, Expert Warmte bij Eneco

In navolging van Zuid-Europa neemt de vraag naar gekoelde werkomgevingen in de zomer ook in Noord-Europa sterk toe. Voor die behoefte aan koeling en meer comfort is een aantal redenen aan te wijzen.

In de eerste plaats zorgt de steeds strengere arbowetgeving ervoor dat steeds meer werknemers in een geconditioneerde omgeving werken. Met name middelgrote en grote kantorencomplexen zijn standaard voorzien van koeling.

In de tweede plaats ligt de oorzaak in de manier waarop architecten en ontwikkelaars kantoorgebouwen ontwerpen. Deze gebouwen zijn beter geïsoleerd en houden daarom warmte langer vast. Daarnaast kunnen kantoorramen vaak niet meer open en warmen de ruimten sneller op door het vele glas. Verder staat het gemiddelde kantoorgebouw vol met warmte genererende computers en servers. Dit alles zorgt ervoor dat zowel gebouweigenaren als -gebruikers in de zomer meer

behoefte hebben aan koeling. Vandaar dat de toepassing van koeling bij nieuwbouwprojecten in Nederland standaard is geworden. Het koelen van een ruimte kan op verschillende manieren. Een aantal koelmethoden komt in dit artikel aan de orde.

Traditionele *klimaatsystemen* (compressiekoelmachines) bestaan uit een warmtepomp met een gesloten kringloop van vloeistof en een compressor. Deze systemen verbruiken veel stroom en er zijn koeleenheden nodig om de warmte af te voeren, via het dak of via een zijmuur.

Traditionele klimaatsystemen zijn weinig milieuvriendelijk. Bovendien verhoogt een grootschalige inzet van aircosystemen de omgevingstemperatuur, ook wel hittestress genoemd. Nu al is de gemiddelde temperatuur in een stad één tot drie graden hoger dan in een niet-stedelijke omgeving. Vooral tijdens hele warme zomerdagen is dit onprettig.

### ■ SORPTIESYSTEMEN

In Nederland is ondanks het klimaat veel warmte aanwezig waar we niets mee doen, zoals industriële restwarmte en zonnewarmte. Dit overschot kunnen we met behulp van sorptiekoeltechniek omzetten in koude. Evenals *adsorptiekoelmachines* werken *absorptiekoelmachines* door middel van een stof die bij verdamping warmte opneemt en deze warmte bij condensatie op een hogere temperatuur weer afstaat aan de omgeving. Zowel bij ad- als absorptiekoeling is geen compressor nodig. Ad- en absorptiekoelmachines werken met chemische aantrekkingskrachten en met warmte als energiebron. De meeste absorptiekoelmachines bevatten water en het zout lithiumbromide; adsorptiekoelmachines bevatten vaak silicagel en water. Deze technieken hebben veel voordelen. Het is een groene techniek die beschikbare warmte optimaal gebruikt. Hierdoor zijn minder fossiele brandstoffen nodig. Door de afwezigheid

van een compressor belast deze techniek het elektriciteitsnet veel minder in de zomer. Daarnaast is een sorptiekoelmachine stiller en heeft hij minder onderhoud nodig.

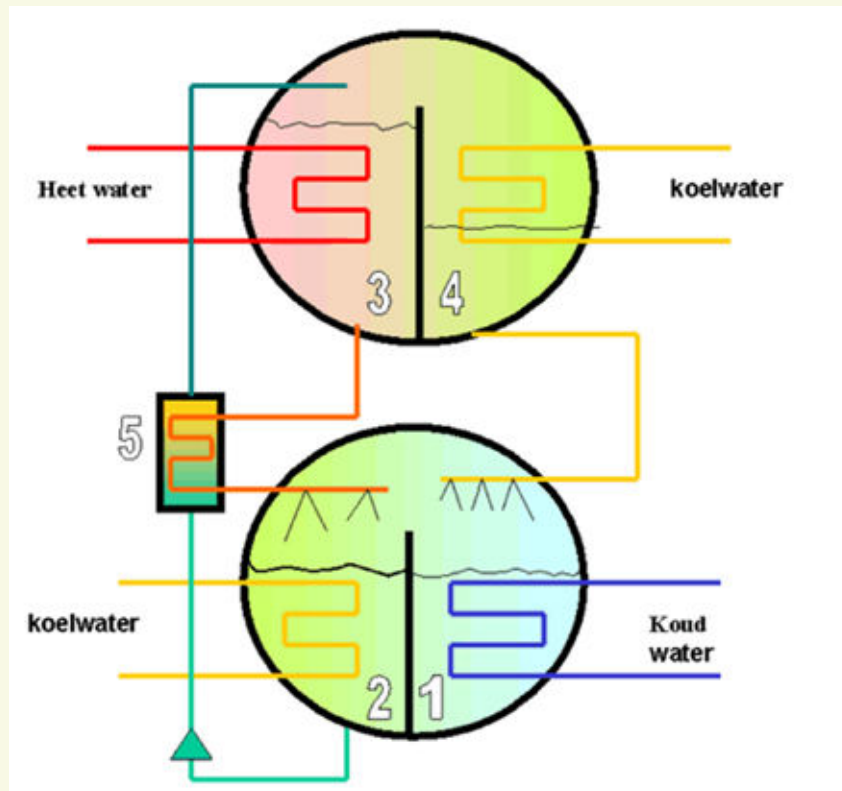
## COMFORT

Bij het wooncomplex Loevenhout in de Utrechtse wijk Overvecht heeft Eneco adsorptiekoelmachines ingezet. Loevenhout is een wooncomplex met 208 huur- en koopwoningen en 1.928 m<sup>2</sup> commerciële ruimte. Eigenaar Portaal heeft bij dit project veel aandacht voor milieu en comfort. Vanaf het eerste ontwerp van het wooncomplex is al rekening gehouden met warmte- en koudelevering. In Loevenhout zijn daarnaast speciale afleverset-rekken gemaakt. Hierdoor kon Eneco alle apparatuur probleemloos plaatsen.

Loevenhout is aangesloten op het stadsverwarmingsnet. In de zomer is warmte van dit net nodig voor het warmtapwater voor bijvoorbeeld het douchen, en om het gebouw te koelen met behulp van adsorptiekoeling. Adsorptiekoelmachines zetten de restwarmte om in koude. Zo wordt het hele jaar door nuttig gebruik gemaakt van de warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit. Loevenhout is het eerste wooncomplex in Nederland waarbij Eneco dit systeem toepast. Koeling vindt, net zoals verwarming, plaats via het vloerverwarmingssysteem. Dit levert een comfortabel en gezond binnenklimaat op. Bovendien is het voor ontwikkelaars en gebouweigenaren heel moeilijk om zonder stadsverwarming aan de EPC te voldoen. Naast sorptietechniek zet Eneco veelzijdig warmte/koudeopslag (WKO-installaties) in, zoals bij de kantoorpanden Carlton en Martinez in Almere. Bij een WKO-installatie worden twee putten (of aquifers) geslagen, een koude en warme put. Een WKO vangt in de winter koude op, slaat deze op in een koude bron en haalt de koude er in de zomer weer uit om te koelen. Voor warmte werkt dit proces precies omgekeerd. Aanvankelijk was het plan om de woontoren New Orleans op de Rotterdamse Wilhelminapier te verwarmen en koelen met een WKO. De ruimte in Rotterdam voor ondergrondse energieopslag is echter nogal beperkt. Dit heeft te maken met de bodemsamenstelling en de bebouwingsdichtheid in de Maasstad. Bovendien is warmte en koude niet onbeperkt in de grond op te slaan, omdat beide putten kunnen interfereren. Zeker bij grootverbruik is dit een gevaar. Aangezien er ook al een stadsverwarmingsnet ligt, is er gekozen voor stadsverwarming als ruimteverwarming.

## UITDAGINGEN

Voor het koelen van de woontoren New



-Figuur 1- Schema van een eentraps adsorptiekoelmachine

Orleans (160 meter hoog) heeft Eneco gekozen voor water uit de Maas. Ook het multifunctionele complex 'De Rotterdam' (149 meter hoog) krijgt zo'n systeem. Door gebruik te maken van rivierwater uit de Maas, is op koeling ruim 50 procent aan energie te besparen. Bij luchtkoeling moet in de zomer de luchttemperatuur vaak van 40 naar 10 graden Celsius gebracht worden. Het water in de Maas is in de zomer maximaal 25 graden Celsius. Het kost daarom minder energie om dit terug te brengen naar de ideale koelwatertemperatuur. Een ander voordeel is het terugdringen van de visuele milieuvervuiling. De grote airco's gaan van het dak. Toch kent een dergelijk innovatief en collectief koelsysteem voor hoogbouw nogal wat uitdagingen. We zetten er zes op een rij.

### Hoogte van het gebouw

Waterkoeling en warmtevoorziening zijn bij hoogbouw een extra uitdaging. Zo kan de druk op de buizen van het verwarmings-/koelsysteem van de onderste bouwlagen te groot worden door de statische druk. In de meterkast mag de druk de tien bar niet overschrijden. Dit betekent dat er op één afgesloten systeem (een trap) maximaal 25 verdiepingen mogen worden aangesloten. Bij het complex New

Orleans, dat 46 verdiepingen telt, betekent dit twee trappen van 23 verdiepingen elk. Als in de woning vloerverwarming is aangebracht, is de maximale druk hierin vaak zes bar. Dan kan gekozen worden voor meer druktrappen of een hydraulische scheiding (warmtewisselaar) in de woning. Bij New Orleans is voor het laatste gekozen. Expansie gebeurt met behulp van gesloten expansievaten of expansieautomaten. Een overdrukventiel beveiligd de maximale druk in het systeem. Het ontwerp en de uitvoering in New Orleans voldoen volledig aan de NEN 3028-norm.

### Samenstelling Maaswater

Bij een lage waterstand in de Maas in combinatie met vloed, komt het zoutwater uit de Noordzee tot aan de Brienenoordbrug. Zoutwater is zwaarder dan zoetwater. Het gevaar bestaat dat de inlaat alleen maar zoutwater het systeem in pompt. Stalen buizen die in het algemeen tussen het rivierwater en de koelmachine worden toegepast, kunnen minder goed tegen zoutwater. Vandaar dat bij Maaskoeling deze buizen gemaakt zijn van RVS of een kunststof coating hebben. Voor de condensorwarmtewisselaar van de koelmachine is gekozen voor een koper-nikkel-legering en deksels met glascoating. In een rivier drijft



-Figuur 2- De meterkast moet voor onverhoopte storingen bereikbaar zijn



-Figuur 3- Buizen met polystyreen

onvermijdelijk afval of kleine deeltjes. Het koelsysteem heeft hiervoor filters en een persluchtsysteem dat automatisch de filterkorf schoonspuist. Dit is een onbemand systeem dat Eneco op afstand monitort. Om te voorkomen dat vissen het systeem in zwemmen of beknelde raken, zijn er speciale afschermende maatregelen getroffen.

#### Warmte/koudescheiding

De buizen in de vloer van de woningen zijn geschikt voor zowel verwarmen als koelen. De warmte- en koudenetten in het gebouw hebben ieder hun eigen expansiesysteem. Tevens verschilt de waterkwaliteit van de twee netten. Het is daarom noodzakelijk dat deze netten gescheiden blijven. Dat stelt eisen aan de wijze van aansluiten op de woninginstallatie. Bij New Orleans zijn daarom in het vloerverwarmingssysteem twee warmtewisselaars opgenomen. Eén voor de verwarming die is aangesloten op de afleverset voor warmte en één voor de koeling die is aangesloten op de afleverset voor koude.

#### Ruimte voor infrastructuur

Zowel binnen als buiten de woningen is het inpassen van de infrastructuur voor warmte en koude een steeds grotere uitdaging. Vandaar dat alleen bij grootschalige renovaties en nieuwbouw deze techniek van koeling te realiseren is. In totaal lopen er nu voor koeling en

verwarming acht leidingen door New Orleans. Dit betekent dat de stijggokers en meterkasten groter zijn dan in eerste instantie was voorzien. De meterkast met de afleversets en de stijgleidingen moet voor onverhoopte storingen bereikbaar zijn voor Eneco-monteurs. Bij New Orleans was het project al op weg toen Eneco in de arm werd genomen om het gebouw te voorzien van collectieve koeling. Daardoor kostte het veel moeite om voldoende ruimte te vinden voor alle benodigde voorzieningen. Dit is ook de reden dat Eneco graag vroeg wordt betrokken in een project. Het is belangrijk dat gebouweigenaren of ontwikkelaars in het ontwerp rekening houden met de infrastructuur voor een duurzaam energiesysteem, zodat het naadloos aansluit op de bouw. In dat geval kan er ook voor standaard meterkasten en stijggokers worden gekozen, zoals die door de gezamenlijke nutsbedrijven in de IWUN-werkgroep zijn uitgewerkt.

#### Diameter van de buizen

Hoe kleiner de temperatuurverschillen, des te groter de buizen. De reden hiervoor is dat er per kubieke meter minder energie kan worden vervoerd. De buizen met gekoeld water voor New Orleans en De Rotterdam hebben een maximale diameter van 400 mm. Eneco heeft plannen voor het aanleggen van een groter netwerk voor koelwater door een groot deel van Rotterdam. Deze leidingen door het

centrum van Rotterdam hebben een diameter van 700 mm. Het is een grote uitdaging om buizen van deze omvang onder de grond te krijgen in Rotterdam. De bodem zit al vol met ondergrondse gebouwen zoals parkeergarages, een metro, boomwortels, kabels en leidingen. Het is niet verstandig om buizen onder bomen aan te leggen, omdat de boomwortels uiteindelijk door de buizen heengaan en voor storingen zorgen. Voor het aanleggen van leidingen doet Eneco tracéstudies. Vervolgens gaat het bedrijf met de gemeente in onderhandeling over de definitieve tracéaanleg.

#### Isoleren van buizen

Voorgeïsoleerde stadsverwarmingsbuizen zijn in aanschaf en aanleg veel duurder dan ongeïsoleerde buizen. Die kosten zijn met koudelevering niet terug te verdienen omdat het temperatuurverschil tussen de buis en de omliggende grond veel kleiner is. Daarmee is ook het warmteverlies veel kleiner. Vandaar dat Eneco bij de isolatie van de buizen voor de koeling heeft gekozen voor een aparte isolatielaag. Bij het in de grond leggen van de buizen, legt het bedrijf onder en boven de buis een half geëxpandeerde polystyreen-schaal (EPS), zie figuur 3. Deze schaal heeft een dikte van ongeveer drie centimeter en heeft een voldoende isolerende werking voor deze toepassing. De kosten van deze schaal zijn verwaarloosbaar. Alleen de aanvoerbuizen worden geïsoleerd. De

## ■ ENECO EN COLLECTIEVE KOELING

Eneco is gespecialiseerd in zowel warmte- als koudnetten. Net als bij warmtenetten en andere duurzame energievoorzieningen, zoals een WKO-installatie, neemt Eneco de investeringsrisico's op zich. Zo ook van de collectieve koeling voor New Orleans. De bewoners betalen voor dit extra comfort, bovenop hun energierekening, een kleine bijdrage. Het uitgangspunt bij een WKO-installatie is het leveren van zowel (collectieve) warmte als koude aan een gebouw of gebouwen. Als er een warmtenet ligt, zoals in Rotterdam, Den Haag en Utrecht, is een WKO-installatie minder interessant. Naast het warmtenet wordt koeling geleverd door andere technieken, zoals ad- of absorptiekoelmachines of door middel van koelwater uit de rivier. Eventueel is ook een aquifer met enkel koudeopslag mogelijk (KO).

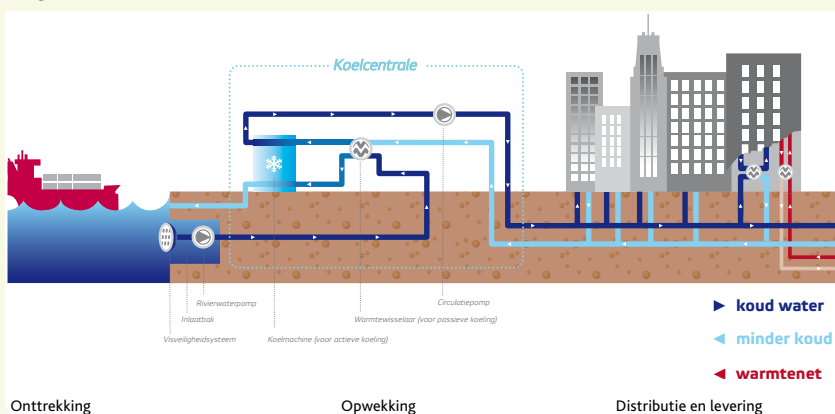
## ■ ADSORPTIESYSTEMEN

Er is een grote overproductie van warmte op onze aarde, zoals zonnewarmte en (industriële) restwarmte. Gerard Vos, hoofdredacteur Platform Duurzaam Gebouwd, zei tijdens een Eneco-evenement dat de warmte die koelingen in een gemiddelde supermarkt genereert, genoeg is om 120 huishoudens mee te verwarmen. Als we er met z'n allen in slagen om de bestaande warmte efficiënter te gebruiken, kunnen we de CO<sub>2</sub>-uitstoot enorm reduceren. Adsorptie is een techniek die daarvoor geschikt is.

Net als bij compressiekoeling condenseert een koudemiddel bij adsorptiekoeling bij hoge druk en temperatuur. Het koudemiddel verdampt weer als de druk en temperatuur afnemen. Voor deze drukverhoging gebruikt het systeem geen mechanische compressor, maar een poreuze, glasachtige stof silicagel. Deze stof neemt waterdamp en water op. De gegeneerde warmte dient als energiebron. Een adsorptiesysteem creëert drukverschillen door 'thermische compressie'. Door de temperatuur en de druk van de silicagel te verhogen, komt de waterdamp weer vrij en condenseert. Het systeem gebruikt dan de drooggestookte silicagel opnieuw voor adsorptie van waterdamp uit de verdampers. Deze techniek verbruikt veel minder stroom dan de standaard elektrische compressiekoeling. Het gevolg is minder belasting van het elektriciteitsnet in de zomer en minder geluid en onderhoud.

## ■ RIVIERKOELING

Het collectieve Maaswaterkoelsysteem is een gesloten distributiesysteem met een pomp. De warmtewisselaar neemt de koude over van het Maaswater en geeft dit af aan het koelsysteem dat is gevuld met schoon water. Het is de ambitie van Eneco om nieuwe en bestaande panden met een grote koudevraag, zoals kantoren en winkelcentra, in de binnenstad van Rotterdam aan te sluiten op een collectief Maaswaterkoelsysteem. Zo'n Maaskoudenet is nog in studie.



-Figuur 4- Schema rivierkoeling

retourbuis hoeft vanwege zijn temperatuur niet geïsoleerd te worden. De komende jaren gaat Eneco steeds meer innovatieve duurzame warmte- en koudetechnieken toepassen in woningen en kantoren. Eigenaren van panden, waaronder woning-

corporaties en projectontwikkelaars, kunnen met duurzame warmte- en koudeoplossingen hun milieudoelstellingen waarmaken. Voor Eneco zijn deze innovatieve projecten zeer geschikt om haar kennis aan te scherpen. Het zijn complexe projecten, waarbij een optimale

samenwerking tussen de gemeente, eigenaar, bouwer, installatiebedrijf en Eneco cruciaal is voor het slagen ervan.

## ■ WARMTAPWATERVOORZIENING

Een voordeel van stadsverwarming is dat dit systeem warmte levert van 70 graden Celsius. Dit is om de vereiste temperatuur voor tapwater te kunnen leveren met de warmtewisselaar in de afleverset. Een WKO-installatie levert standaard warmte van 50-55 graden Celsius. Er zijn dus extra maatregelen nodig om het tapwater op de gewenste temperatuur te krijgen. Dit gebeurt met een gasketel of een hoogtemperatuurwarmtepomp in combinatie met een gescheiden warmtenet voor hoogtemperatuur- en laagtemperatuurwarmte. Bij stadsverwarming met adsorptiekoeling of rivierkoeling zijn deze maatregelen niet nodig. De oplossing is zo eenvoudiger te realiseren.

## ■ LEGIONELLAPREVENTIE

De afgelopen jaren is normblad NEN 1006 'Algemene eisen aan leidingwaterinstallaties' uitgebreid met maatregelen om Legionella in leidingwaterinstallaties in nieuwbouw tegen te gaan. In NEN 1006 is opgenomen dat de temperatuur van het leidingwater niet boven 25 graden Celsius mag komen. Om opwarming boven die temperatuur te voorkomen hebben ISSO en SBR onlangs een gezamenlijk ISSO-SBR-publicatie 811 uitgebracht, met als titel: 'Ontwerpen van Legionellaveilige Woningen'. De norm en de technische richtlijn zijn gericht op het voorkomen van 'hotspots' in de tapwaterinstallatie. Bij gestapelde bouw komt er nog een uitdaging bij. Iedere woonlaag heeft een eigen meterkast met daarin een koudwatermeter en daarboven een afleverunit. Deze unit zet koud drinkwater om in warm tapwater. De warmte die in de meterkast en leidingschacht wordt opgebouwd, heeft een uitstraling naar de omgeving. In hoogbouw zien we vaak dat de temperatuur in en rondom de meterkasten en de leidingschachten naar boven toe toeneemt tot boven 25 graden Celsius, met name in de zomer. De temperatuurverhoging per verdieping wordt als het ware gestapeld. De verhoging van de koudwatertemperatuur is per verdieping weliswaar gering, maar in een gebouw met meer dan twintig verdiepingen is deze bovenin het gebouw toch aanzienlijk. Daarom is in ISSO-SBR 811 als aanbeveling opgenomen om niet alleen de verblijfsruimten maar ook centrale verkeersruimten koel te houden en in ieder geval op te nemen in de temperatuuroverschrijdingsberekening. Als koeling noodzakelijk is, zou bijvoorbeeld vloerkoeling ingezet kunnen worden om de temperatuur in verkeersruimten waaraan de meterkasten grenzen te beheersen.