



Agentschap NL  
Ministerie van Economische Zaken,  
Landbouw en Innovatie

# Energiezuinig koelen van datacenters met buitenlucht

>> Als het gaat om energie en klimaat

**Een belangrijk deel van het energiegebruik van datacenters is nodig voor koeling. Hiermee zijn aanzienlijke kosten gemoeid. Bovendien veroorzaakt al dat energiegebruik een forse CO<sub>2</sub>-emissie. Er is dan ook alle aanleiding voor het terugdringen van het energiegebruik in datacenters. Deze folder beschrijft de belangrijkste methoden om dat te doen, met als centrale aandachtspunten: het minimaliseren van de koelbehoefte en verder zoveel mogelijk koelen met buitenlucht. Dat kan zonder problemen.**

### Huidige techniek

Datacenters staan vol met in 'racks' (systeemkasten) geplaatste servers. Deze vereisen koeling om de warmte af te voeren die de elektronica produceert. Van oudsher wordt de benodigde koude opgewekt met een of meer compressiekoelmachines. De koude wordt overgebracht op lucht in een luchtbehandelingskast of airco. Deze koude lucht wordt vervolgens toegevoerd aan de voorzijde van de racks. Aan de achterzijde wordt de opgewarmde lucht uitgeblazen en teruggevoerd naar de luchtbehandelingskast of airco. Om de luchtstroom in stand te houden, zijn de racks voorzien van interne ventilatoren. De aan een serverrack geleverde koelcapaciteit is niet alleen afhankelijk van het aantal en de grootte van de racks en het vermogen van de hierin geplaatste servers. Ze is ook afhankelijk van het systeemontwerp van de koeling en de effectiviteit waarmee de koude lucht bij de racks komt. Onderzoek heeft aangetoond dat een gemiddeld datacenter 35 procent van het totale energieverbruik aan koeling besteedt. Afhankelijk van de omvang van het datacenter, kost dit tienduizenden tot honderdduizenden euro's per jaar.

### Verbetering energie-efficiency

De noodzaak om het energieverbruik van datacenters terug te dringen, wordt breed onderkend, zowel uit klimaat- als bedrijfseconomische overwegingen. Dat blijkt uit het feit dat 80 procent van de datacenters in ons land deelneemt aan de meerjarenafspraken over verbetering van de energie-efficiency. De deelnemers hebben toegezegd om in 2020 minstens 30 procent energiezuiniger te werken dan in 2005. Een extra aanleiding voor energiezuiniger werken kan zijn dat een datacenter tegen het maximum van zijn aansluitvermogen aanloopt. Verbetering van de energie-efficiency biedt dan de mogelijkheid om door te groeien zonder extra aansluitvermogen te realiseren.

### Aangrijpingspunten voor verbetering

Er kunnen verschillende aangrijpingspunten zijn voor het verbeteren van de energie-efficiency van datacenters:

- De koude lucht gaat niet volledig door de hete IT-apparatuur heen.
- Warme en koude lucht kunnen met elkaar mengen in de serverruimte, waardoor de koeling met te warme lucht plaatsvindt.
- Apparatuur met verschillende gebruiksparementen (temperatuur en luchtvochtigheid) staat door elkaar in racks. Hierdoor wordt de 'zwakste schakel', dus de apparatuur met de slechtste parameters, leidend in het de totale koudevraag.
- De koeling is niet aangepast aan het gegeven dat de workloads van servers variëren in de tijd en dus niet statisch zijn.

- Er wordt op een te lage temperatuur gekoeld.
- Er wordt met kleine toleranties in luchtvochtigheid gekoeld.

### De energievraag beperken

Voor het oplossen van de geschetste problemen, bestaan onder meer de volgende oplossingen:

- Fysieke scheiding tussen warme lucht en koude lucht.
- Stel racks zodanig op dat er tussen stellingen warme en koude paden ontstaan. Dit is overigens 'state of the art' in nieuwe datacenters. Vanuit de koude paden wordt aan de voorzijde van de IT-apparatuur koude lucht toegevoerd die aan de achterzijde wordt afgevoerd naar de warme paden. De systeemkasten worden hierbij in dubbele rijen met de voor- en achterzijden naar elkaar toe gepositioneerd. Om te voorkomen dat de warme retourlucht vermengt met de koude invoerlucht, kan men hetzij de warme hetzij de koude gangen afsluiten met (transparante) wanden, deuren en plafonds ('containment'). Bij het afsluiten van koudegangen is meestal een verhoogde vloer noodzakelijk met roosters waar koude lucht doorheen in de ruimte wordt geblazen. In afgesloten warme gangen ontstaat doorgaans zo'n hoge temperatuur dat mensen die niet meer als comfortabel beschouwen (tot 38 °C). De keuze voor het afscheiden van warme of koude gangen zal doorgaans worden gebaseerd op basis van capaciteit, flexibiliteit, efficiëntie en kosten.<sup>1</sup>
- Plaats servers met gelijkwaardige gebruiksparementen (temperatuur en luchtvochtigheid) bij elkaar en stem daar de koeling op af.
- Sluit niet volledig gevulde racks af met hoogte-eenheden (blanking panels). Let op de afsluiting van kabeldoorvoeren.
- Maak gebruik van regelbare ventilatoren. Op die manier kan het ventilatieaanbod worden aangepast als servers worden vervangen, kunnen volumestromen en drukval worden geminimaliseerd en kan het regelsysteem ervoor zorgen dat alle ventilatoren steeds zo dicht mogelijk tegen hun optimale werkpunt opereren.
- Verhoog de gemiddelde koeltemperatuur. Deze is nu vaak ingesteld op 18 tot 22 °C. Dit mag stijgen tot zelfs maximaal 27 °C, zonder dat dit de beschikbaarheid en/of de levensduur beïnvloedt (advies ASHREA, 2008). Vrijwel alle computerapparatuur staat temperaturen toe tot 35 °C, zodat verdere verhoging van de omgevingstemperatuur in de serverruimtes waarschijnlijk goed mogelijk is, tot minstens 30 °C.
- Vergroot de vochtigheidstolerantie van de luchtbehandeling. Nu wordt vaak een relatieve luchtvochtigheid van 50 procent plus of min 5 procent aangehouden. De meeste IT-apparatuur heeft veel grotere toleranties, tussen 35 en 75 procent. Minder vocht aan de ventilatielucht onttrekken of toevoegen, scheelt veel energieverbruik.

<sup>1</sup> Een koelmethode die ter discussie staat, is waterkoeling van serverracks. De warme lucht uit de servers wordt hiermee voorgekoeld, waardoor de koelinstallatie een lagere capaciteit kan hebben. Nadelen van waterkoeling zijn de hoge kosten en het potentiële gevaar van lekken.

- Rust de koudeopwekking uit met een droge koeler. Deze zorgt ervoor dat het koudemiddel direct, zonder compressie, condenseert. Een compressor is de grootste verbruiker van elektriciteit in een luchtbehandelingsstelsel.
- Gebruik een nauwkeurig meet- en regelsysteem dat specifiek ontworpen is om volcontinu de computer-ruimtes op de juiste temperatuur en luchtvochtigheid te houden, ook bij de dynamische wisseling van workloads en veranderingen in de verbruiksdichtheid en vermogens van servers. Het regelsysteem zou ook moeten zijn voorzien van actieve energiemonitoring om eventuele fouten in het systeem op te kunnen sporen en verbeteringen te kunnen controleren.

Zorgvuldige invoering van deze maatregelen heeft geen effect op de dienstverlening.

### Koelen met buitenlucht

Nadat de koelbehoefte is geminimaliseerd, kan een datacenter nog energiezuiniger worden gemaakt door te gaan koelen met buitenlucht. Aangezien de buitentemperatuur in Nederland niet vaak boven de 22 °C uitkomt, hoeft de koelmachine dan nog maar weinig te worden gebruikt. Koeling met buitenlucht kan in 92 – 96 procent van de koelbehoefte voorzien.

In principe is het mogelijk om buitenlucht rechtstreeks te benutten in een open koelsysteem. Maar dit geeft zeer veel praktische problemen, waardoor het feitelijk niet wordt gebruikt bij datacenters.

Het meest gebruikte systeem om met buitenlucht te koelen is een gesloten koelsysteem met een intermediaire installatie die de koude uit de buitenlucht overdraagt op de lucht in het koelsysteem. Hiervoor bestaan verschillende technieken, waarvan de volgende de belangrijkste zijn:

- Warmtewiel: een groot, horizontaal opgesteld wiel, bestaande uit aluminium lamellen, dat aan de ene kant door de buitenlucht en aan de andere kant door warme lucht van het datacenter draait. Buiten nemen de lamellen de temperatuur van de buitenlucht aan. Vervolgens draaien ze de binnenruimte in, waar ze de warmte van de serverruimte opnemen. Zo koelt het wiel de serverruimte af. Het Nederlandse bedrijf Kyoto Cooling heeft een goed werkend systeem met een warmtewiel ontwikkeld. Het wiel, heeft een diameter van 6 meter en een dikte van 20 centimeter.
- Indirecte verdampingskoeling van water, ook wel indirecte dauwpunt- of adiabatische koeling genoemd. De aangezogen buitenlucht wordt hierbij intensief bevochtigd. Door verdamping van het water koelt de lucht sterk af. De koude die de lucht nu heeft opgenomen, wordt door een warmtewisselaar overgezet naar de luchtstroom in het datacenter. Hiervoor zijn enkele systemen op de markt, zoals het ActiefKoeldak<sup>TM</sup>, EcoBreeze en StatiqCooling. Zie hiervoor ook de folder Koelen met dauwpuntkoeling van Agentschap NL.

### In plaats van koelen aan de buitenlucht

Datacenters zouden ook gebruik kunnen maken van andere natuurlijke koudebronnen:

- Koudeopslag in de bodem, een variant van warmte- en koudeopslag (WKO). Zie hiervoor de folder 'Energiezuinig koelen met warmte- en koudeopslag' van Agentschap NL.
- Natuurlijke koude uit oppervlaktewater. In Amsterdam-Zuid worden verschillende datacenters op deze wijze gekoeld, gebruik makend van het koude water uit de Nieuwe Meer en de Ouderkerkerplas. Voor deze oplossing is diep oppervlaktewater nodig met een vrij constante lage temperatuur. De afkoeling van dit water gebeurt in de winter aan de buitenlucht.
- Zongedreven absorptiekoeling. Het voordeel hiervan is dat vraag en aanbod redelijk met elkaar in evenwicht zijn. Immers, juist als de zon schijnt en de zonneboiler veel warm water produceert, is de vraag naar koeling het grootst. Een nadeel is dat dit een relatief dure technologie is met een laag rendement.
- Absorptiekoeling uit restwarmte, zoals uit een stadsverwarmingssysteem. Het voordeel van deze oplossing is dat juist in de periode dat er veel koelvraag is, de warmtevraag zeer gering is. Ook hier gaat het echter om een relatief dure technologie, doorgaans wel met een grote capaciteit.

### Wees kritisch

In de pers en op internet claimen fabrikanten en leveranciers van koelsystemen de meest spectaculaire besparingscijfers. Vaak beweert men ook het meest efficiënte datacenter van een regio, land of zelfs de wereld te hebben gerealiseerd. Het is maar zeer de vraag in hoeverre leveranciers dit kunnen waarmaken. Het tegenwoordig als meest relevant geldende cijfer om iets te kunnen zeggen over de effectiviteit van de koeling van een datacenter is de PUE-waarde. Dit is ook de maat die wordt gehanteerd in de meerjarenafspraken energie-efficiëntie tussen de sector Datacentra en het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (MJA3). Echter, pas begin 2011 heeft de taskforce Global Harmonization of Data Center Efficiency Metrics van The Green Grid ([www.thegreengrid.com](http://www.thegreengrid.com)) – na lang overleg – overeenstemming bereikt over internationale richtlijnen voor het berekenen van deze waarde. Alle PUE-waarden die niet volgens deze richtlijnen zijn berekend, zijn in feite onbetrouwbaar. Het is bijvoorbeeld essentieel om de PUE-waarde over een heel jaar te berekenen. Zou je dat alleen doen in januari, dan komt deze automatisch laag uit omdat in die maand feitelijk nooit koeling nodig is. Het is ook van belang de PUE te bepalen op grond van feitelijk metingen en niet op grond van opgeven vermogens van apparatuur.

De PUE of Power Usage Effectiveness drukt de verhouding uit tussen het totale energiegebruik van een datacenter en het energieverbruik van de IT-apparatuur. Hoe dichter dit getal bij 1 ligt, des te hoger de efficiëntie. Maar let op, het totale energiegebruik van een datacenter wordt niet alleen

bepaald door het energieverbruik van de IT-apparatuur en de koeling. Er is ook energie nodig voor bijvoorbeeld verlichting, UPS en bekabeling. Zelfs als er helemaal geen energie nodig zou zijn voor het koelen van een datacenter, kan die PUE = 1 dus nooit worden gehaald. Tegenwoordig gelden datacenters met een PUE < 2 als matig efficiënt en met een PUE < 1,3 als efficiënt.

#### **Voor- en nadelen**

Het minimaliseren van de koelbehoefte en verder zoveel mogelijk koelen met buitenlucht, aangevuld met een intelligent monitoring en beheersysteem, heeft een aantal voor- en nadelen:

#### **Voordelen**

- Het energiegebruik en daarmee de energiekosten kunnen dalen met tientallen procenten, afhankelijk van de uitgangssituatie en de nieuw ingezette maatregelen. Dit is een zeer relevante besparing: de energielasten vormen ruim eenderde van de exploitatiekosten van een datacenter.
- Het beschikbare ICT vermogen neemt toe.
- De beschikbaarheid en de betrouwbaarheid nemen toe.
- Er wordt een flexibeler zaalindeling mogelijk.
- Energie-efficiëntie is een belangrijk onderdeel van de BREEAM-certificering, de beoordelingsmethode van duurzame gebouwen. Een BREEAM-certificaat kan een beslissende rol spelen in het aantrekken van nieuwe klanten.

#### **Nadelen**

- Koelen met buitenlucht gebeurt op hogere temperaturen dan koelen met een compressiekoelmachine. Daardoor is meer lucht nodig en moeten ventilatiekanalen een grotere doorsnede hebben. Grotere installaties hebben ook meer ruimte nodig.
- Het verplaatsen van lucht kost meer energie dan het verplaatsen van water.
- Er zijn betere luchtfilters nodig om te voorkomen dat de serverruimtes vervuilen en deze filters moeten ook vaker worden vervangen.
- Bij het werken met hogere omgevingstemperaturen moet men ervoor zorgen dat de luchtvochtigheid niet te hoog wordt.
- Er is een betere (complexere) regeling nodig om optimaal gebruik te maken van de buitenlucht en de inzet van koelmachines te minimaliseren.

#### **EIA en MIA**

De fiscale regelingen EIA en MIA bieden verschillende mogelijkheden voor energie- respectievelijk milieu-investeringsaftrek op deelinvesteringen voor het energie-efficiënter maken van datacenters, zoals UPS-en, vrije koeling en warmteterugwinning. Daarnaast biedt de MIA aftrek-mogelijkheden voor nieuwbouw of renovatie van een compleet datacenter. Meer informatie: [www.nlenergieenklimaat.nl](http://www.nlenergieenklimaat.nl)

## **Datacenter Schuberg Philis koelt met WKO**

Schuberg Philis BV, gevestigd in te Schiphol Rijk, is een innovatieve ICT-onderneming die zich als dienstverlener volledig toelegt op het beheren van kritische ICT-voorzieningen van grote ondernemingen. Voor deze ICT-voorzieningen is het datacenter in 2010 gerenoveerd en verduurzaamd.

Aanvankelijk wilde Schuberg Philis slechts de bestaande compressiekoelmachines (chillers) vervangen. Op advies van een extern bureau werd ervoor gekozen een energie-optimalisatie door te voeren. Dit moest overigens gebeuren terwijl het centrum volledig doorfunctioneerde. Uiteindelijk zijn in het datacenter koude en warme gangen aangelegd en blindplaten aangebracht in de racks. De inblaastemperatuur is iets verhoogd en voor de relatieve luchtvochtigheid wordt nu een wat grotere bandbreedte geaccepteerd. Verder is een systeem van vrije koeling ingevoerd en – voor de dagen dat dit onvoldoende koelcapaciteit oplevert – een systeem van warmte- en koudeopslag (WKO). Door al deze maatregelen is de PUE teruggegaan van 2,1 naar 1,3. Een intelligent monitoring- en regelsysteem zorgt ervoor dat er geen hotspots ontstaan en dat de zaalindeling aanzienlijk flexibeler is geworden. Afgezien van de energie-efficiëntie is op deze manier ook, zonder extra aansluitvermogen, een autonome groei van het datacenter mogelijk gemaakt van 800 kW naar 1.600 kW serververmogen.

Voor de overgangperiode totdat de bronnen van het WKO-systeem volledig zijn geladen, is er een tijdelijke back-up in de vorm van compressiekoeling aangelegd. Na twee jaar is geen actieve koeling meer nodig. Op basis van de berekende energiebesparing is de terugverdientijd circa vier jaar. Het project heeft financiële ondersteuning gekregen vanuit het programma EOS-DEMO van Agentschap NL.

Peter de Jong, COO Rotterdam-internet Exchange (R-iX):

# “We besparen zeker de helft op onze koelkosten”

In 2010 werd in Rotterdam in het bedrijfsverzamelgebouw Spaanse Kubus een nieuw datacenter ingericht: Rotterdam-internet Exchange (R-iX)

“R-iX komt voort uit het Glazen Maas-programma van de gemeente Rotterdam”, vertelt directeur Peter de Jong. “Dat richt zich op versterking van de ICT-sector en stimuleert ICT-innovaties in bijvoorbeeld de zorg, het onderwijs, de creatieve sector en de haven. Vanuit dat programma ontstond behoefte aan een eigen Rotterdams datacenter. Omdat er geen commerciële partij geïnteresseerd of in staat was om dat op te zetten en te exploiteren, heeft de stichting R-iX dit opgepakt. Met garantstelling van de gemeente lukte het ons wel. We zijn hier in het bedrijfsverzamelgebouw de Spaanse Kubus terecht gekomen, omdat er al een flinke infrastructuur van telecombedrijven lag en er 720 m2 aan ruimte beschikbaar was. Het datacenter is nu, medio 2011, voor iets meer dan de helft gevuld. Tot onze klanten behoren bijvoorbeeld Intermax, het Maasstad Ziekenhuis en het Erasmus MC.”

## Koelsysteem

Het datacenter van R-iX is voorzien van de allernieuwste technieken op het gebied van energie- en noodstroomvoorziening, netwerkaansluitingen en beveiliging. De Jong: “Omdat de gemeente Rotterdam een ambitieus klimaatprogramma heeft, het Rotterdam Climate Initiative, lag het voor de hand dat we ons centrum zo energie-efficiënt mogelijk zouden maken. Dat betekent vooral: energie-efficiënt koelen. In dat verband hebben we direct besloten de maximale inblaasttemperatuur van het ventilatiesysteem op 25 à 27 °C te brengen. Dat scheelt meteen een hoop koeling ten opzichte van de oude normen. Vervolgens hebben we warme en koude gangen gemaakt. En het Nederlandse bedrijf KyotoCooling heeft een warmtewiel van 600 kW geïnstalleerd. Deze koelt de warme ventilatielucht aan de buitenlucht. Een aantal ventilatoren houdt de luchtstroom op gang. Met dit systeem zijn de luchttemperatuur, -kwaliteit en vochtigheid goed te beheersen en wordt de apparatuur niet te warm. Het enige is dat het warmtewiel niet bij heel hoge temperaturen werkt. Dan schakelen de koelmachines in, die ook functioneren als noodvoorziening. Dit gebeurt over het jaar heen in maximaal 4 procent van de tijd.”

## PUE = 1,25

“KyotoCooling heeft ook het monitoring- en regelsysteem geleverd dat we nu gebruiken om nauwkeurig te volgen hoe het systeem draait en waar zich eventueel problemen voordoen”, vertelt Peter de Jong verder. “Op basis van meetgegevens uit alle systemen over het eerste jaar, heeft een onafhankelijk bureau vastgesteld dat de PUE 1,25 is. Dat is heel goed. Je ziet in publicaties wel eens lagere cijfers, maar die zijn eigenlijk nooit volgens de regels vastgesteld. We zijn trouwens nog steeds bezig de luchtverdeling over de zaal te optimaliseren.”

Veel marge zit daar niet meer in, maar misschien kunnen we de PUE nog enkele tienden naar beneden krijgen. Al met al besparen we met dit systeem zeker de helft op onze koelkosten. De extra investeringskosten voor warme en koude paden en de KyotoCooling verdienen we daarmee binnen vijf jaar terug.”

**Indrukwekkend**

“Inmiddels zijn we aangekomen op het punt dat we ook de tweede helft van ons centrum gaan vullen met ICT-apparatuur. Voor de koeling van dat deel is KyotoCooling een tweede warmtewiel aan het installeren. Eigenlijk verloopt de ontwikkeling van het hele koelsysteem zonder grote problemen. De techniek heeft ook een leuk aspect: we krijgen veel bezoekers die zo’n Kyotowiel wel eens met eigen ogen willen zien. Die stel je niet teleur. Het is een indrukwekkend apparaat.”

**Meer informatie**

KyotoCooling

Mees Lodder

020 240 02 31

[info@kyotocooling.com](mailto:info@kyotocooling.com)

Deze brochure is een uitgave van:

Agentschap NL

NL Energie en Klimaat

Croeselaan 15

Postbus 15 | 3521 BJ Utrecht

T +31 (0)88 602 70 00

E [info@agentschapnl.nl](mailto:info@agentschapnl.nl)

[www.agentschapnl.nl](http://www.agentschapnl.nl)

Agentschap NL | november 2011

2EOSA1104