

Datacenters aangesloten op een intelligent energienet

Datacenters zijn gebouwen waarin apparatuur staat opgesteld voor dataverwerking, dataopslag en netwerksystemen; ze zijn de ruggengraad van de hedendaagse op internet gebaseerde economie. Datacenters zijn voorzieningen die voor hun functie kritisch afhankelijk zijn van de energievoorziening en daarom dienen zowel de elektriciteits- als de koelvoorzieningen redundant te worden uitgevoerd. Naar schatting gebruiken de datacenters samen 1,5-2% van de elektriciteit die in de wereld geproduceerd wordt[1]. Met de snel toenemende aantallen internetgebruikers en de explosie van digitale content, is de verwachting dat datacenters de snelst groeiende elektriciteitsverbruikers van de wereld worden. Op dit moment wordt bijna alle elektriciteit die een datacenter ingaat omgezet in verspilde warmte die naar het milieu wordt afgevoerd en daarmee dus bijdraagt aan de opwarming van de aarde. Een intelligent energienet biedt vele mogelijkheden om de 'verspilde energie' van datacenters terug te winnen en daarmee hun CO₂-voetafdruk te verkleinen.

M. (Martien) Arts, Z. (Zuokui) Ning,
Royal HaskoningDHV

Sommige megadatecenters die clouddiensten hosten nemen tegenwoordig wel 100 MW aan elektrisch vermogen af. Een Nederlander verbruikt gemiddeld ongeveer 800 W per persoon aan elektriciteit [2]; het elektriciteitsverbruik van een megadatecenter staat dus gelijk aan het verbruik van een stad met 125.000 inwoners.

Een datacenter wisselt verschillende stromen uit met zijn 'ecosysteem'. De hoofdtaak van een datacenter is het mogelijk maken van de data- en informatiestroom; er is voortdurende uitwisseling van data en informatie met de buitenwereld. De tweede stroom betreft de

massastroom: water, diesel en lucht worden door een datacenter gebruikt voor het koelen of het opwekken van noodstroom en wat overblijft is afvalwater, uitlaatgassen, etc. De derde stroom is energie: de elektriciteit die het datacenter ingaat wordt verbruikt door de IT-apparatuur, de elektrische installatie, de koelinfrastructuur en andere hulpsystemen. Figuur 2 laat zien hoe de energie door een datacenter stroomt (pieksituatie). Het net levert elektriciteit aan het datacenter, de elektriciteit wordt door de elektrische installatie verdeeld over de IT-apparatuur en het koelsysteem. De IT-apparatuur gebruikt de elektrici-

teit voor het verwerken van data en zet het om in warmte. Deze warmte wordt afgevoerd door het koelsysteem en afgegeven aan het milieu. Uiteindelijk wordt bijna alle elektrische energie omgezet in 'afvalwarmte'. De 'afvalwarmte' wordt normaal gesproken via lucht, water of een ander medium afgevoerd uit het datacenter via het koelproces op een temperatuur van 30 °C - 40 °C. De totale energie die door het datacenter gaat blijft hetzelfde, 1.000 kW elektrische energie wordt omgezet in 1.000 kW thermische energie. Volgens de tweede wet van de thermodynamica resulteren echte processen in een verlies

van energie (dat wordt omgezet in arbeid) door het genereren van entropie [3]. Vanuit het gezichtspunt van exergie (maximale hoeveelheid arbeid die in theorie uit een medium kan worden gewonnen) zorgt een datacenter ervoor dat de elektrische energie in waarde daalt door de omzetting in thermische energie van een lage kwaliteit. De totale energie blijft hetzelfde, maar de exergie neemt af. De vraag is: Is 'afvalwarmte' werkelijk afval?

De 'Carnot efficiëntie' is een maat voor de kwaliteit van de omzetting van warmte naar arbeid tussen temperatuurverschillen. Het wordt gedefinieerd als volgt: $\eta = 1 - T_1/T_0$. Waarbij:

T_0 is de afvaltemperatuur [K]

T_1 is de omgevingstemperatuur [K]

Hoe groter het verschil tussen de afvaltemperatuur en de toepassingsomgeving, hoe efficiënter het wordt om de warmte om te zetten voor andere doeleinden.

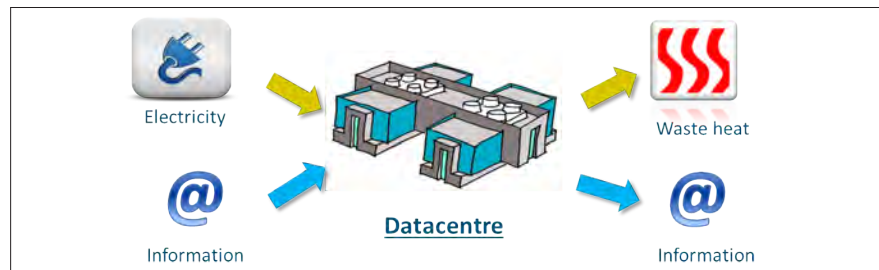
Kantoorgebouwen worden bijvoorbeeld normaal gesproken op een temperatuur gehouden van rond de 20 °C. Het rendement bij het toepassen van de 'afvalwarmte' van het datacenter voor het verwarmen van de kantoren is maar ongeveer 10%. Daarbij komt dat warmte niet, zoals elektriciteit, makkelijk door het net kan worden getransporteerd, en zeker niet over een langere afstand. Daarom wordt de meeste 'afvalwarmte' van een datacenter eenvoudigweg afgegeven aan de buitenlucht. Toch zijn er mogelijkheden om de opgevangen kwalitatief laagwaardige energie uit de datacenters te gebruiken. Ze worden hierna toegelicht aan de hand van een aantal van onze projecten.

ENERGIE-‘ECOSYSTEEM’

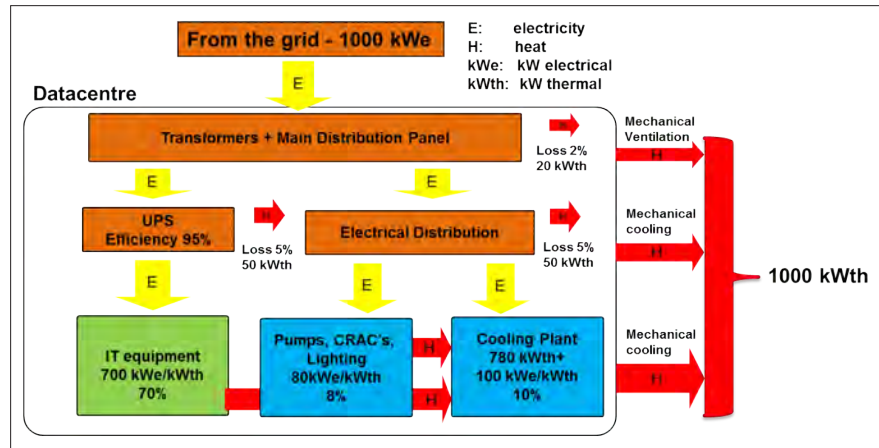
De warmte van de datacenters heeft waarde, de lage temperatuur ervan beperkt alleen de toepassingsmogelijkheden. Desondanks kan de 'afvalwarmte' via energieopslag en opwaardering worden omgezet in een nuttige bron voor de juiste gebruikers.

Equinix AM3 datacenter

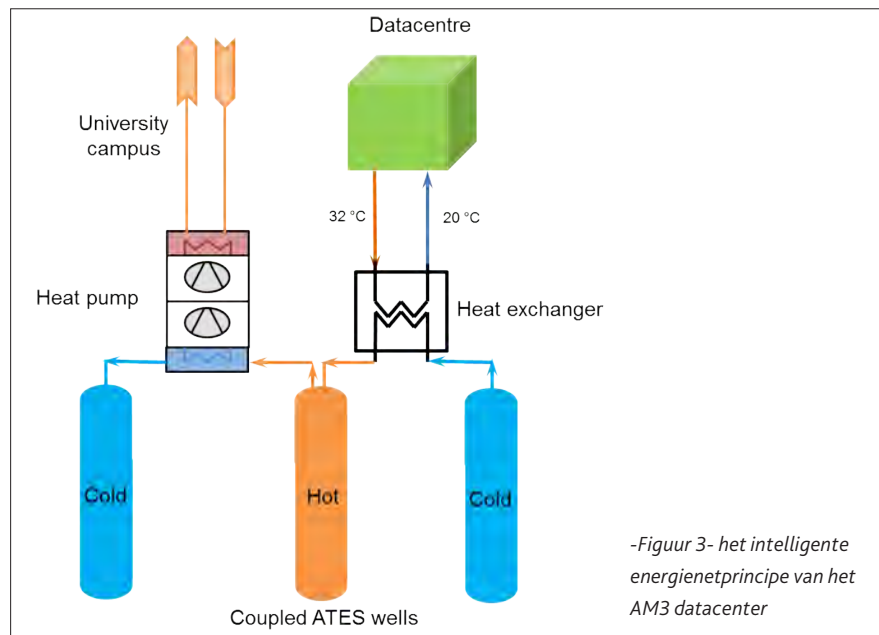
Het Equinix AM3 datacenter is gevestigd op het Science Park in Amsterdam. Het AM3 datacenter is een ontwerp zonder koeling waarbij gebruik gemaakt wordt van het Aquifer Thermal Energy Storage (ATES - Aquifer thermische energieopslag) systeem met hybride koeltorens. Dit ontwerp maakt het mogelijk om volledig gebruik te maken van het gratis koelen en opslaan van koude en warmte in het ATES-systeem. Door het ATES-systeem te koppelen aan het dichtbijgelegen energiesysteem van de universiteit kan de opgeslagen warmte gebruikt worden voor het produceren van warm water voor de Universiteit van



-Figuur 1- Huidig datacenter in de informatiestroom en de energiestroom



-Figuur 2- Gebruikelijke energiestroom door een datacenter



-Figuur 3- het intelligente energienetprincipe van het AM3 datacenter

Amsterdam [4].

Tijdens de winterperiode draait het datacenter in de gratis koelmodus door gebruik te maken van de koeltorens. In de zomer levert de koude bron koelenergie aan het datacenter en wordt de warmte-energie opgeslagen in de warmtebron van het ATES-systeem. De universiteit gebruikt warmtepompen om warm water te genereren. De opgeslagen energie (op 20 °C) afkomstig van het datacenter verbetert het rendement van de warmtepompen van de universiteit. Hierdoor ontstaat een win-win situatie voor beiden: de universiteit onttrekt warmte uit het ATES-systeem en bespaart op

energiekosten en het ATES-systeem van het datacenter vult de koelenergie weer aan en handhaaft het thermisch evenwicht gedurende het jaar.

Het Parthenon datacenter

Het Parthenon Datacenter Agriport A7 heeft een intelligent energienetconcept [5] ontwikkeld dat is verbonden met de kassen. De lokale kastelers gebruiken energie uit warmtekrachtcentrales (WKC) om te voldoen aan hun vraag naar CO₂ en warmte. De elektriciteit die door de WKC wordt gegenereerd wordt eigenlijk gezien als een bijproduct. Het Parthenon data-

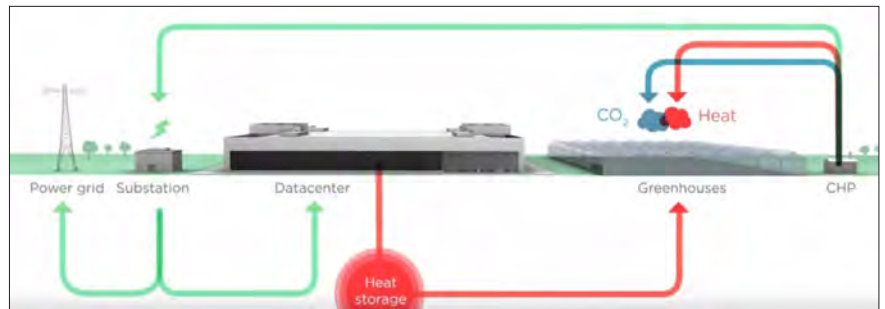
center past in het lokale intelligente energienet. Het principe is te zien in figuur 4. De warmtekrachtcentrales genereren CO₂, elektriciteit en warmte. CO₂ en warmte zijn nodig voor de groenteteelt in de kassen. De elektriciteit wordt geleverd aan het onderstation en vervolgens aan het datacenter of het net. De warmte die het datacenter genereert wordt opgeslagen onder de grond en vervolgens gebruikt door de kassen. Op deze manier profiteert het datacenter van kost-effectieve elektriciteit. Ook de kassen profiteren van de warmte van het datacenter, die zij nodig hebben op een relatief lage temperatuur. En ook belangrijk, door de korte transmissieafstand is ook het verlies door het transport van elektriciteit aanzienlijk verminderd. Note: dit project is uiteindelijk door ongunstige marktomstandigheden op dat moment niet gerealiseerd.

Het Yandex datacenter in Finland

Het Yandex datacenter is gevestigd in Mäntsälä in Finland. Het datacenter profiteert van de koude omgevingstemperaturen en gebruikt de buitenlucht om te koelen. Het center is ontworpen voor 40 MW aan IT-belasting, en op dit moment is de eerste fase in werking. In de uitlaatluchtstroom zijn warmtewisselaars geïnstalleerd om de warmte terug te winnen. Een water/glycol mengsel wordt opgewarmd door de af te voeren lucht tot ongeveer 32 °C, waarna deze kwalitatief laagwaardige energie wordt opgewaardeerd tot 70-80 °C door een warmtepompstation naast het datacenter. Vervolgens wordt het warme water aan de stadsverwarming geleverd. Met dit intelligente energienet ontstaat een win-winsituatie voor alle partijen: Het Yandex datacenter wint de 'afvalwarmte' terug en verkoopt het; het bedrijf dat stadsverwarming levert heeft hiermee een stabiele en kost-effectieve energiebron; de bewoners profiteren van het comfort van een teruggewonnen energiebron tegen lagere kosten.

Het TeliaSonera datacenter

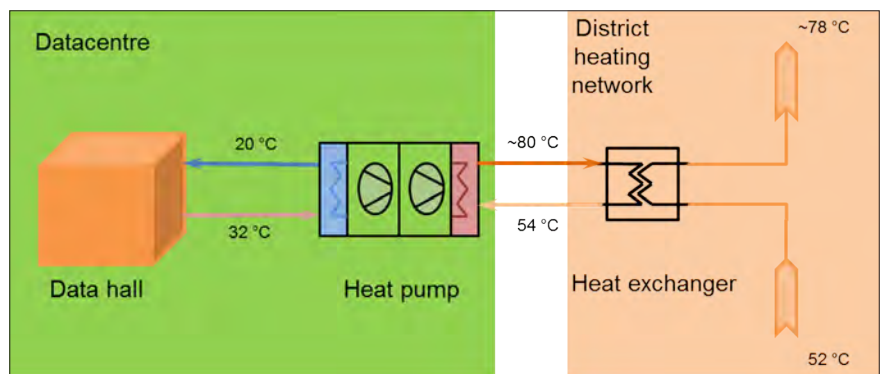
Het TeliaSonera datacenter is gevestigd in Helsinki in Finland. De ontwerpcapaciteit van het datacenter is 24MW. Het heeft de ambitie om het duurzaamste datacenter van Finland te worden. Het idee is om dit datacenter te ontwikkelen tot een warmtekrachtproducent. Het center zal alleen gebruik maken van groene elektriciteit, gegenereerd door hernieuwbare energiebronnen en de afvalwarmte wordt opgevangen en hergebruikt, waardoor het 'dubbel groen' wordt [7]. Het koelproces van het datacenter resulteert in water op een temperatuur van 32 °C. Deze temperatuur wordt direct opgewaardeerd door



-Figuur 4- het intelligente energienetprincipe van het Parthenon datacenter [5]



-Figuur 5- het intelligente energienetprincipe van het Yandex datacenter [6]



-Figuur 6- het intelligente energienetprincipe van het TeliaSonera datacenter

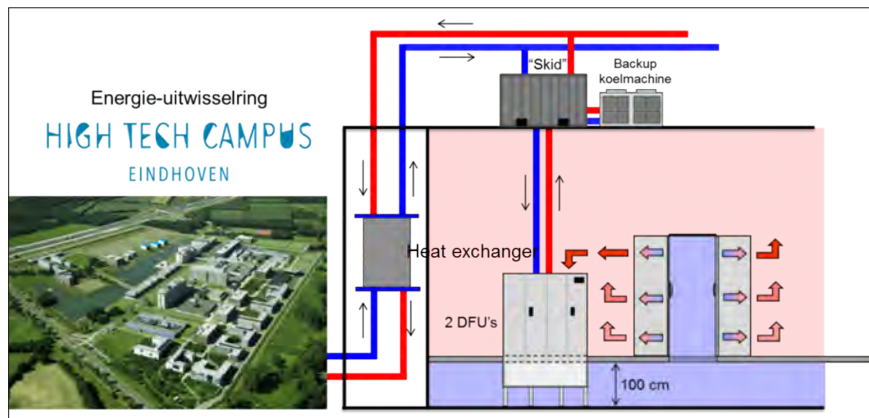
een groep van tweetraps warmtepompen tot ongeveer 80 °C. De kwalitatief hoogwaardige energie wordt dan aan de stadsverwarming geleverd.

Het KPN datacenter in Eindhoven

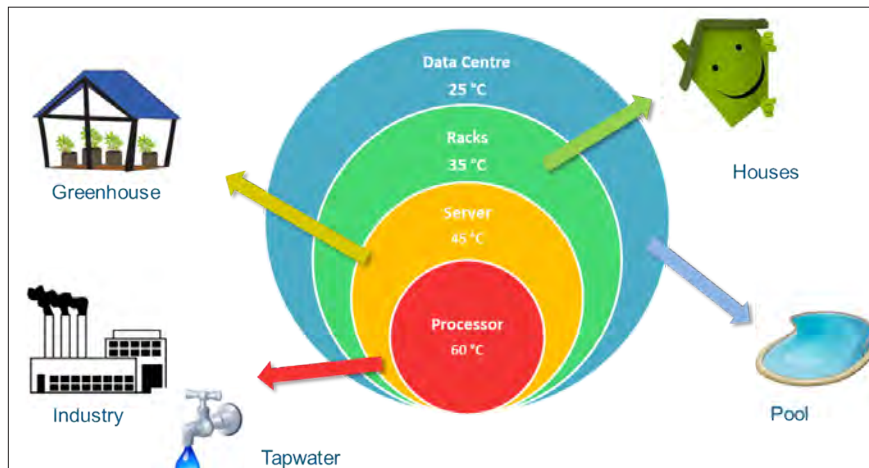
Het KPN datacenter in Eindhoven [8] is een ander voorbeeld van de integratie van het datacenter in zijn 'ecosysteem'. Het datacenter is ontworpen volgens het Uptime Institute Tier IV niveau. Dit datacenter gebruikt het cradle-to-cradle principe waarbij rekening wordt gehouden met de toekomstige functie van het gebouw. Tijdens de bouw van het center is gebruik gemaakt van hergebruikte materialen. Daarnaast is het koelsysteem van het datacenter verbonden met de High Tech Campus van Eindhoven. Het energiesysteem van de High Tech Campus gebruikt de warmte van het datacenter en het datacenter krijgt er 'gratis koeling' voor terug.

TOEKOMST WARMTERUGWINNING

Uit de bovenstaande voorbeelden blijkt dat de kwalitatief laagwaardige energie afkomstig van de datacenters eerst moet worden opgewaardeerd voordat het gebruikt kan worden. Het rendement van de opwaardering hangt erg af van de temperatuur van de 'afvalwarmte', hoe hoger de temperatuur ervan, hoe gemakkelijker het is om het te kunnen opwaarderen voor gebruik. Op basis van de theorie van exergie zijn er mogelijkheden het rendement van terugwinning en hergebruik van 'afval-energie' van datacenters te verbeteren. Een datacenter kan worden verdeeld in segmenten met verschillende temperatuurniveaus op verschillende locaties; de toekomstvisie is om te koelen bij de warmtebron. Op deze manier profiteert het koelsysteem van de toegenomen efficiëntie en ook de kwaliteit van de teruggewonnen energie stijgt.



-Figuur 7- Energieprincipe van het KPN datacenter



-Figuur 8- Temperatuursegmenten van een datacenter en potentiële gebruikers

De datacenterindustrie ontwikkelt zich razendsnel. Het is te verwachten dat in de nabije toekomst, door een doordachte selectie van terreinen, gecoördineerd ontwerp en de mogelijkheden van een verbeterd binnenklimaat, steeds meer datacenters niet alleen zullen bijdragen aan de IT-sector maar ook zullen dienen als warmteproducent voor de omgeving en volledig geïntegreerd zullen zijn in het energie-'ecosysteem'.

REFERENTIES

1. Jonathan Koomey, Growth in Data Center Electricity Use 2005 to 2010, Analytics Press, augustus 2011.
2. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_electricity_consumption, februari 2016.
3. Matthias Fischer, etc. Exergy-Efficiency as Enhancement of Energy-Efficiency-an LCA Perspective, LCA8, Seattle
4. <http://www.equinox.nl/locations/netherlands-colocation/amsterdam-data-centers/am3/>, februari 2016.
5. https://www.youtube.com/watch?v=gNp_KeCH54Y
6. Calefa, Finland, <http://www.calefa.fi/en/solutions/it-centers-and-safety-facilities/it-centers/>, februari 2016.
7. TeliaSonera, <https://www.sonera.fi/operators/news/data+center>, februari 2016
8. KPN, <https://www.kpn.com/zakelijk/mkb/cloud/colocation/datacenters.htm>

Duurzaam koelen

Duurzaam verwarmen

Duurzaam elektriciteit opwekken

Bespaar energie, CO₂ én kosten met Gasengineering!

Koelen, verwarmen, elektriciteit opwekken en tegelijkertijd energie en CO₂ besparen. Met de producten van Gasengineering kan het! Wij benutten primaire energiebronnen optimaal en streven zo naar een schonere en gezondere samenleving. Wij zetten aardgas lokaal om in warmte en/of koude en bereiken daarmee een veel hoger rendement en lagere CO₂-uitstoot dan elektrische warmtepompen. **Wij besparen energie, CO₂ én kosten voor onze klanten!**

Meer informatie over CO₂- en energiebesparing? Of advies over duurzame systemen op gas? Neemt u dan vrijblijvend contact met ons op!

GASENGINEERING

Bel 0348 413 485
www.gasengineering.nl