

ICT en energie: de rol van datacentrales

Niemand zal het zich waarschijnlijk realiseren maar de digitale infrastructuur is de derde mainport van Nederland, na Schiphol en de Rotterdamse haven. In tegenstelling tot Schiphol en de Rotterdamse haven is deze infrastructuur niet zichtbaar en dus moeilijk voorstelbaar. Maar het vertegenwoordigt een enorme economische waarde van ongeveer 1 miljard euro en groeit met dubbele cijfers, ondanks de economische crisis. Amsterdam is één van de ICT-knooppunten in Noord-Europa en op weg naar de tweede plek als vestigingsplaats voor datacenters [1]. Om concurrerend te kunnen blijven, is het echter noodzakelijk om het energiegebruik van datacenters snel sterk te reduceren.

Prof.ir. W. (Wim) Zeiler, TU Eindhoven, Faculteit Bouwkunde, Building Services

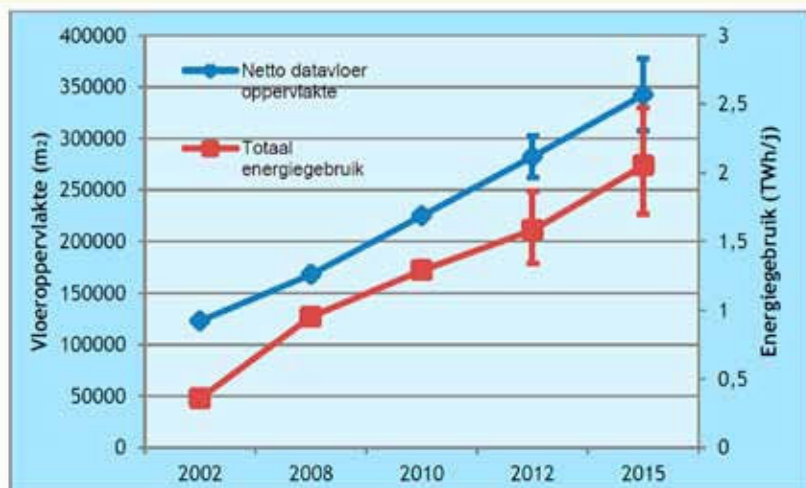
Overall in het land zijn datacenters dag en nacht aan het werk om digitale gegevens te verwerken. Wie via internet een filmpje downloadt, een financiële transactie verricht of een vlucht boekt bij een luchtvaartmaatschappij realiseert zich waarschijnlijk niet dat deze handelingen gepaard gaan met een fors energiegebruik. Nu al gebruikt de ICT-sector 10 procent van alle elektriciteit in de EU. Op de conferentie Smart Energy & Sustainable ICT van 3 mei 2012 vertelde Eurocommissaris Neelie Kroes dat de ICT-sector groener moet worden. Zij stelde dat met het huidige groeitempo van ICT het energiegebruik in de EU de komende acht jaar verdubbelt. Het zal 20 procent van alle beschikbare elektriciteit in Europa consumeren, ongeveer 100 miljard kWh per jaar. CE Delft heeft in 2012 een studie [2] verricht naar de mogelijkheden om de CO₂-uitstoot van de datacenters in Nederland te reduceren. De studie werd uitgevoerd voor ontwikkelingsorganisatie Hivos, die datacenters in Nederland oproept om actief te streven naar energiebesparing en CO₂-reductie. In de studie wordt het elektriciteitsgebruik van de data-

centers geschat op 1.6 TWh. Dit staat gelijk aan het gebruik van 450.000 huishoudens. Naar verwachting zal bij ongewijzigd beleid het elektriciteitsgebruik sterk groeien tot 2.1 TWh in 2015, wat gelijk staat aan het gebruik van 600.000 huishoudens. In de Volkskrant van 27 maart jl. stond een artikel met als kop 'Stroomslurpend datacenter moet groener' [3]. Er zal dus het nodige moet verbeteren. Dit terwijl het energiegebruik en vloeroppervlak van de Nederlandse datacenters nog flink zal toenemen (zie figuur 1) [2]. Tot voor kort was een vermogen van 2 kW/rack voldoende voor een datacenter; tegenwoordig is er steeds meer vraag naar rackservers met een vermogen van meer dan 4 kW/rack [2]. De reden is dat de prestaties van een server iedere twee jaar met een factor 3 toeneemt, terwijl de 'prestatie per Watt' slechts iedere twee jaar verdubbelt [4]. Dit betekent dat in theorie het energiegebruik van de meest krachtige systemen iedere twee jaar met 50% kan stijgen. In de praktijk zal het meevallen, omdat niet alle datacenters de rekenkracht maximaliseren. Hierdoor variëren de ontwerp-

energiedichtheden van de verschillende datacenters sterk. Voor de energiedichtheid van de Nederlandse datacenters heeft Tebodin voor 2008 en 2010 een gewogen gemiddelde bepaald van respectievelijk 1,24 kW/m² en 1,35 kW/m² [5]. Deze toename van 18% in twee jaar wordt veroorzaakt door de nieuwe datacenters met een hogere energiedichtheid. Het totale energiegebruik van een datacenter is weergegeven in tabel 1 [6]. Te zien is dat de ICT-hardware het overgrote deel (60%) van energiegebruik in beslag neemt. De klimatisering van het datacenter neemt 30% van het energiegebruik in beslag. Bij deze twee toepassingen liggen dus de grootste kansen om de meeste energie te besparen. Gezien de te verwachte explosieve groei van de datacenters is het absoluut noodzakelijk om dit energiegebruik te verminderen en te verduurzamen. De vergroening van de ICT is een hot-topic [7,8].

■ VERGROENING

De vergroening binnen de ICT-sector zou op verschillende manieren kunnen plaatsvinden. Met het Seventh Framework Programme (FP7)



Bron: Tebodín (2009); CE (2012).

-Figuur 1- Ontwikkeling energiegebruik en vloeroppervlak Nederlandse datacenter

Toepassing	Relatief energiegebruik
ICT-hardware	60%
Klimaatbeheersing	30%
Ononderbroken elektrische voeding	6%
Kantoor	3%
Verlichting	1%

-Tabel 1- Verdeling energiegebruik datacenter (bron: ECN [Kester et al 2001])

EFFICIËNTE, DUURZAME KOELING

Daarnaast is het toepassen van energiezuinige vormen van koeling mogelijk, zoals:

- het ventilatorloos koelen van datacenters [11];
- direct-air cooling zoals toegepast bij het Universitair Medisch Centrum in Groningen;
- warmte/koudeopslag [12] toegepast bij onder meer het Rabobank-datacenter in Boxtel, Datacenter Schuberg Philis in Schiphol Rijk [13] en Equinix AM 3 Amsterdam [14] waarbij zelfs warmte wordt uitgewisseld met de burens, de Faculteit der Natuurkunde, Wiskunde en Informatica (FNWI) [15];
- rivier- of zeewaterkoeling onder meer in Amsterdam door Nuon door middel van koudnetten [1],[10].

Hoewel de direct-air cooling zeer aantrekkelijk lijkt, zijn er toch belangrijke randvoorwaarden waarbinnen deze oplossing toegepast kan worden. Dit betreft naast de lokale buitencondities temperatuur en relatieve vochtigheid met name de luchtverontreiniging. De IT-apparatuur laat maar een zeer beperkte hoeveelheid verontreiniging toe. Het systeem moet dus geoptimaliseerd worden op basis van toegepaste filters met bijbehorende extra weerstand bij het aanzuigen van de buitenlucht en de klimaatcondities. De energie efficiëntie van direct-air systemen varieert van 14 tot 80 en de deeltjesverontreiniging van 0,1 tot 2,7 mg/kWh, zo is gebleken bij een eerste analyse door [16].

Nieuw is het direct koelen op de chips. Indirecte luchtkoeling van de computerruimte vereist ongeveer 5.000 keer meer aan luchtvolume om dezelfde eenheid te koelen.

GUIDING THE CLOUD

Alle datacentrales van de belangrijkste IT-spelers, zoals Google, Microsoft en Amazon, zijn met elkaar verbonden [17]. Dit betekent dat de belasting van de servers over verschillende locaties en dus verschillende klimaatzones verdeeld kan worden [18]. Het wordt zaak om op basis van beschikbare capaciteit, efficiëntie datacenter en actuele weersomstandigheden de energetisch/economische werkload-verdeling te bepalen voor de datacenters: Smart Cloud Controls Intelligent Data Centres [19].

BENUTTING KOELINGSWARMTE

Het nuttig gebruiken van koelingswarmte die vrijkomt bij het koelen van de computers van de datacenters kan ook belangrijk bijdragen aan de verduurzaming. Nu wordt de vrijko-

heeft de Europese Unie zich voor een deel van haar projecten (o.a. [9], Fit4Green, Games, All4Green, CoolEmAll, ECO2Clouds, Dolfin, Genic, Geyser, GreenDataNet en DC4Cities) specifiek gericht op verduurzaming van datacenters [10]. Op de sites van de verschillende projecten is veel informatie te vinden. In één van de onderzoeksprojecten, RenewIT, werkt Deerns samen met de TU Eindhoven aan de doelstelling om informatie over energie uit duurzame bronnen gemakkelijker beschikbaar, analyseerbaar en vergelijkbaar te maken. Hierdoor kunnen datacenters hun elektriciteit nog efficiënter gaan gebruiken en mogelijk tot 80% van hun energiebehoefte uit hernieuwbare bronnen halen, zoals biomassa en wind- en zonne-energie.

ENERGIEBESPARING

Het is noodzakelijk om zuiniger met de benodigde elektrische stroom om te gaan. Veel servers gebruiken veel energie door gegevens te bewaren en hun capaciteit paraat te houden, terwijl er vaak nauwelijks vraag naar is. Door de betreffende software aan te passen en bestaande capaciteit beter te benutten valt flink wat energie te besparen. Traditioneel draait een server op een gemiddelde belasting van 5 tot 15% (met af en toe een piek).

Zwaarder belaste servers draaien gemiddeld tot wel boven de 60%, volgens Beco (2011) gemiddeld zelfs minimaal 60%. Bij een goede verdeling van de ICT-functies over de benodigde servers kan door een hogere belasting aan te houden, het aantal benodigde systemen gereduceerd worden, wat een efficiëntievoordeel oplevert. Uit onderzoek van Oracle blijkt dat de gemiddelde benutting van een server nu ongeveer 35% is. Voor 2012 wordt een belasting van 45% aangehouden als gemiddelde voor Nederland. Door de benutting verder omhoog te brengen tot 50% kan dan een derde van de bestaande servers verdwijnen. Dit kan door virtualisatie en consolidatie:

- virtualisatie betekent dat op een fysieke server meerdere virtuele servers draaien, die functioneel gescheiden zijn. Een gegeven set aan IT-functies kan in een gevirtualiseerde omgeving energie-efficiënter vervuld worden doordat minder fysieke apparatuur nodig is. Gemiddeld is nu 34% van de servers gevirtualiseerd (Oracle 2011);
- consolidatie, ofwel kritisch kijken naar de aanwezige systemen en deze zo mogelijk uifaseren. Dit zorgt er ook voor dat de gemiddelde belasting omhoog gaat (doordat systemen met een zeer lage belasting uitgeschakeld worden).

mende warmte in grote hoeveelheden via de condensators of retourlucht naar de omgeving afgevoerd, terwijl deze energie ook voor bijvoorbeeld ruimteverwarming gebruikt zou kunnen worden. Hiervoor zijn in principe verschillende concepten beschikbaar. Uit onderzoek van de TU/e [20] is gebleken dat deze concepten verschillend presteren, maar dat het nog belangrijker is om geschikte potentiële gebruikers in de vorm van woningen, kantoren, zwembaden of specifieke industriële toepassingen (zoals bijvoorbeeld viskwekerijen) te hebben die de restwarmte kunnen hergebruiken. Het vraagprofiel is belangrijk voor de economische haalbaarheid alsmede de nabijheid van de vraag.

■ NORMSTELLING

Er bestaan veel energie-efficiënte technieken voor nieuw te bouwen datacenters om energie te besparen. CE Delft heeft een aantal van de meest veelbelovende concepten geanalyseerd. Deze laten zien dat een Energy Use Efficiency (EUE) lager dan 1,2 kan worden behaald; een efficiëntie die zeer dicht bij het theoretische maximum ligt. De efficiëntie van een datacenter wordt uitgedrukt in de PUE (Power Usage Effectiveness) of de EUE (Energy Usage Effectiveness). Het verschil is dat de eerste gemeten wordt over een heel jaar en de EUE over een bepaalde periode. Power Usage Effectiveness is een in brede kring geaccepteerde maat voor de efficiëntie van datacenters en computerruimten. Het geeft de verhouding tussen het totale energiegebruik van een datacenter E_{totaal} en het energiegebruik van de ICT-apparatuur waar het om gaat E_{ict} : $PUE = E_{\text{totaal}} / E_{\text{ict}} \approx 1,4$. Dan wordt 71,4% (100/140) van het totale energiegebruik verbruikt door de IT-apparatuur en 28,6% (40/140) door de koeling en overige apparatuur. Idealiter is PUE 1,0 en een goede verhouding is 1,4 of lager. Wereldwijd voor nieuwe datacenters is de PUE streefwaarde van 2,0 naar 1,3 gedaald en het nieuwe datacenter van Google heeft zelfs een PUE van 1,14. Het National Renewable Energy Laboratory in Amerika heeft haar datacenter recentelijk gerenoveerd en is gegaan van PUE 2,28 naar 1,16. De voorbeelden geven aan dat er nog veel mogelijk is voor Nederlandse datacenters. Ashrae en Green Grid hebben hierover een publicatie uitgebracht: 'PUE: A Comprehensive Examination of the Metric' van de Ashrae's Technical Committee (TC) 9.9, Mission Critical Facilities, Data Centers, Technology Spaces and Electronic Equipment. Toch zijn er ook kritische geluiden te horen over de PUE. Volgens Mike Jansma is het nodig om naar meer factoren dan alleen de PUE te kijken. Bijvoorbeeld het energiegebruik van de ICT-apparatuur monito-

ren met intelligente Power Distribution Units (iPDU's). Zo kunnen het energiegebruik en de prestatie nauwkeurig in kaart gebracht worden en zijn datacenters goed in staat besparingen in energiegebruik en CO₂-uitstoot te realiseren door hun servers efficiënter te benutten. Op het gebied van ICT en energie zal de rol van datacentrales in de toekomst nog sterk toenemen. Gezien de hoge energiedichtheid en het hoge energiegebruik van de datacenters zijn er vele ontwikkelingen gaande om het energiegebruik drastisch omlaag te brengen. Daarnaast zullen in de toekomst de energie-aspecten steeds belangrijker worden, naast de mogelijkheden van de bestaande IT-infrastructuur en beschikbaar, goed opgeleid personeel. Niet voor niets worden door Google de nieuwe datacenters dicht bij de Noordpool gebouwd of op plekken waar duurzame energie in bijna oneindige hoeveelheden beschikbaar is, zoals in IJsland waar geothermische energie al vlak onder het grondoppervlak beschikbaar is. Het is dus noodzakelijk snel een energie-efficiëntieslag te maken en het energiegebruik van datacenters sterk te reduceren. Er zijn daartoe volop mogelijkheden. Het gaat erom deze zo goed mogelijk te benutten. Momenteel heerst er nog veel onduidelijkheid over de werkelijke resultaten van de verschillende oplossingen en worden de resultaten nog nauwelijks op transparante wijze gedeeld. De economische en commerciële belangen zijn daarvoor te groot. Toch moet dit veranderen. Daarvoor is de rol van datacentrales gewoon weg te groot voor Nederland en voor de toekomst van ICT en energie.

■ LITERATUUR

1. Teunissen P., Lambregts E.G.M., 2012, Energiebesparing bij datacenters, Wet milieubeheer en overige instrumenten, Gemeente Amsterdam Dienst milieu en Bouwtoezicht, Februari 2012
2. Afman M.R., Wiolders L.M.L., Buck A.de, 2012, Vergroenen data centers 2012-2015, Ontwikkeling van energiegebruik, hernieuwbare energie en CO₂-emissies, CE Delft, publicatienummer 12.3686.28, maart 2012, Delft
3. Blanken S., 2014, Stroomslurpend data center moet groener, De Volkskrant 27 maart 2014
4. Brill K.G., 2011, The Invisible Crisis in the Data Center: The Economic Meltdown of Moore's law, white paper, Uptime Institute
5. Clevers S., Popma P., Elderman M., 2009, Energiemonitor ICT 2008, report Den Haag: Tebodin Netherlands B.V., <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2009/10/14/energiemonitor-ict-2008.html>

6. Kester J., Ligthart F., Sijpheer N., 2001, Energie besparing in de ICT branche, ECN rapport
7. Salimans M., 2014, Wordt IT ooit groen?, Datacenter works 7(3); 33
8. Hoeffnagel R., 2014, Vergroening Amsterdamse Datacenter Industrie, Datacenter works 7(3); 30-32
9. Da Costa G., 2013, Green Data Centres: The European Sky, http://perso.ens-lyon.fr/laurent.lefevre/greendayslille/greendayslille_Georges_Da_Costa.pdf
10. Ha van der B., 2014, Groene energie voor datacentres, Datacenter works 7(3); 22-24
11. Nes R. van de, Raben E., Corneth P., 2013, Energie-efficiënte koude-afgifte in datazalen, Datacenterworks 6(10): 22-25
12. Hoeffnagel W., 2014, De meerwaarde van Warmte Koude Opslag (WKO), Datacenter works 7(3); 17-19
13. Agentschap NL, 2011, Energiezuinig koelen van datacentres met buitenlucht, publicatie ZEOSA1104, november 2011, Agentschap NL, NL Energie en Klimaat, Utrecht
14. Hoeffnagel R., 2013, Klimatisering bij Equinix AM3 Amsterdam, Bodemopslagbuffers en hybride droge koelers, Datacenterworks 6(10): 14-15
15. Velzen T. van, 2011, Warmtewisselen met de burens, Primeur nieuw datacenter in Amsterdamse Watergraafsmeer gaat koelen via de bodem, De Ingenieur 10/11, 8 juli 2011.
16. Timmers W.A.M., 2013, Fresh air cooling for data centres-energy efficiency and particle contamination, afstudeeropdracht TU Eindhoven, 15 augustus 2013, Eindhoven
17. Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph A.D., Katz R., Konwinski A., Lee G., Patterson D., Rabkin A., Stoica I., Zahari, M., 2010, A View of Cloud Computing, in Communications of the ACM 53(4): 50-58.
18. Mohsenian-Rad A. H., Leon-Garcia, A., 2010, Energy-information transmission tradeoff in green cloud computing, Proceedings IEEE Globecom'10, Miami, Florida
19. Schie F.T. van, 2014, Smart Cloud controls intelligent Data Centres, A first introduction, Masterproject 7YS15, TU Eindhoven
20. Smit H., 2008, Energiebesparing d.m.v. benutting restwarmte datacenters, Afstudeeronderzoek, TU Eindhoven Installatietechnologie, Augustus 2008, Eindhoven