



# Groene datacenters

Hoe groen zijn datacenters? Welke groene maatregelen spelen hierbij een rol? En hoe kom je tot een raamwerk waarmee je zicht kunt krijgen op de mate van groenheid van een datacenter?

ENDER ATALAY EN MARNIX EEDENS

IT neemt een groeiend aandeel van het energieverbruik in. Zo blijkt uit een onderzoek dat Niels Sijp heer in 2008 uitvoerde, dat het energieverbruik van datacenters en IT in onze kantoren in Nederland over dat jaar goed was voor het stroomverbruik van 875.000 huishoudens [SIJP08]. Het 'vergroenen' van IT is daarom van belang voor het beperken van CO<sub>2</sub>-uitstoot en de kosten van organisaties, want die gaan in de regel hand in hand. Zo kan groene IT bijvoorbeeld bijdragen aan minder autoverkeer door snelle thuiswerkverbindingen te realiseren.

Veel organisaties staan nog in de kinderschoenen als het gaat om het realiseren van groene IT-doelstellingen en kostenbesparingen. Een groot gedeelte van deze kostenbesparing kan gerealiseerd worden door eerst goed inzicht te krijgen in de mate van groenheid van het eigen datacenter. Tenslotte vormen datacenters de achterdeur van onze desktops op kantoor en thuiswerkverbindingen.

Naar schatting is IT verantwoordelijk voor twee procent van de wereldwijde CO<sub>2</sub>-uitstoot [GART07]. Neem daarbij in ogenschouw dat het aantal computers en internetgebruik in de toekomst eerder toe- dan afneemt. Het gevolg hiervan zal zijn dat de vraag naar energieuwslurpende datacenters stijgt. Datacenters zullen daarom steeds meer initiatieven nemen om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren. Datacenters proberen door de ontwikkelingen op het gebied van duurzaamheid en de groeiende aandacht voor de milieuproblematiek steeds meer een 'groen' imago te creëren.

Duurzaamheid is een maatschappelijke prioriteit. In het kader van maatschappelijk verantwoord ondernemen, komt duurzaamheid daarmee ook hoog op de agenda van organisaties, en wordt het expliciet meegenomen in de ondernemingsdoelstellingen. Auditors geven het management zekerheid over het behalen van die ondernemingsdoelstellingen door het

evalueren van risico's. Ten aanzien van duurzaamheid – als doelstelling van een onderneming – zal een IT-auditor dus zekerheid kunnen geven aan het management voorzover die duurzaamheid een relatie heeft mét of bewerkstelligd wordt dóór IT.

Voor het verstrekken van deze zekerheid is echter een beoordelingsinstrument nodig waarmee men de mate van groenheid kan vaststellen. Wij hebben de aspecten van een dergelijke beoordelingsinstrument onderzocht en ondergebracht in een conceptueel raamwerk.

Het doel van dit artikel is inzicht verschaffen in het door ons opgestelde conceptueel raamwerk voor groene datacenters. Dit raamwerk kan gebruikt worden als vragenlijst door de IT-auditor om zich een beeld te vormen over de mate van groenheid van een datacenter. Het raamwerk kan nog niet gebruikt worden als hulpmiddel voor het geven van een oordeel, aangezien in het raamwerk nog geen wegingsfactoren zijn opgenomen.

In dit artikel gaan we in op de volgende vragen:

- Op welke wijze wordt energie in een datacenter geconsumeerd?
- Welke bestaande initiatieven zijn relevant om de mate van groenheid van een datacenter te bepalen en wat houden ze in?

- Welke groene maatregelen zijn hierbij van belang voor de IT-auditor?

Eerst wordt uiteengezet wat een datacenter is en geven wij een toelichting op de wijze waarop energie wordt geconsumeerd. Hierna worden de bestaande initiatieven behandeld om deze energieconsumptie tegen te gaan. Ten slotte volgt een overzicht van belangrijke groene maatregelen c.q. eisen, aan de hand waarvan de IT-auditor zich een beeld kan vormen over de mate van groenheid van een datacenter. Het conceptueel raamwerk is als bijlage toegevoegd. Dit artikel is gebaseerd op de afstudeerscriptie van de auteurs in het kader van de afronding van de IT-auditopleiding aan de Vrije Universiteit Amsterdam.

## ENERGIECONSUMPTIE

Alvorens verder in te gaan op de wijze waarop energie geconsumeerd wordt in een datacenter, zal de volgende vraag worden behandeld: Wat zijn datacenters eigenlijk? Datacenters, ook wel rekencentra genoemd, is een breed begrip.

Een zoektocht met de term 'datacenter' levert een aantal definities op. Uit de vele definities hanteren wij de definitie van Bogaert, omdat deze in onze optiek de meest volledige is 'Een datacenter is een locatie waar bedrijfskritische IT-systemen beheerd worden binnen een gecontroleerde ruimte, voorzien van de nodige datacenter faciliteiten. Deze faciliteiten zijn onder andere een redundante stroomvoorziening met UPS en generator, klimaatcontrole, brandbeveiliging en fysieke beveiliging. Het doel van een datacenter is het voorzien van continue beschikbaarheid van de aanwezige IT-systemen, zowel hardware als software.' [BOGA09]

De datacenters van vandaag vinden hun oorsprong in het mainframetijdperk. De eerste mainframes waren reusachtige apparaten die gemakkelijk een volledige ruimte konden vullen. Deze ruimte moest gekoeld

worden, omdat mainframes de neiging hadden te oververhitten. Bovendien waren deze mainframes bijzonder duur en cruciaal voor de organisatie, waardoor ook beveiliging een zeer belangrijke reden was om ze in een speciale ruimte onder te brengen. De term datacenter is in die periode voor het eerst gebruikt om die speciale ruimtes te benoemen.

Hierna volgt een afbakening van verschillende typen datacenters en zal een nadere toelichting worden gegeven op het eigenaarschap van datacenters. Dit is met name van belang voor de scope van het onderzoek van de IT-auditor. De onderlinge verschillen tussen datacenters kunnen namelijk invloed hebben op de beheersing van de optimale benutting van energie en de toepasbaarheid van maatregelen uit het raamwerk.

Een *corporate* datacenter is het eerste type datacenter dat is ontstaan. Deze datacenters bestaan voornamelijk uit servers en mainframecomputers, waarvan de organisatie zelf eigenaar is.

Eind jaren negentig van de vorige eeuw werd de capaciteit van een datacenter steeds vaker verhuurd aan derden. Op basis van dit principe ontstonden twee typen datacenters, die *colocation (housing)* of *managed* datacenters genoemd worden. Bij *colocation* of *housing* is de operator eigenaar van het gebouw en de centrale infrastructuur, en huren externe organisaties ruimte om eigen computer-middelen in het datacenter te plaatsen. Bij een *managed (hosting)* datacenter is de operator eigenaar van het datacenter (gebouw) én van alle IT-middelen. In tabel 1 is een overzicht van typen datacenters met bij-

behorend eigenaarschap weergegeven. De IT-auditor dient bij de voorbereiding van zijn onderzoek rekening te houden met de verschillende typen datacenters om zich verder te verdiepen in het object van onderzoek, de afbakening en de directe omgeving.

Op welke wijze wordt in een datacenter energie geconsumeerd en welke elektrische componenten zijn hierbij betrokken? In dit eerste deel zullen we ingaan op de technische kanten van het verhaal.

De ruimten in datacenters zijn gevuld met rijen *racks*, bestaande uit servers, opslagcapaciteit en netwerkapparatuur. Ook zijn er systemen aanwezig om in geval van uitval te zorgen voor back-up van de stroomlevering en te zorgen voor de regulering van voltage. Daarnaast worden via deze systemen de noodzakelijke conversies van wisselspanning en gelijkspanning (AC/DC) mogelijk gemaakt. Doordat krachtcentrales wisselspanning (AC) genereren, dient voor veel IT-apparaten, die op gelijkstroom (DC) werken, de spanning geconverteerd te worden.

De wisselspanning wordt door een transformator getransformeerd naar hoogspanning (230 kV) voor de distributie over grote afstanden. Vervolgens wordt deze weer omlaag getransformeerd (eerst naar bijvoorbeeld 50 kV en/of 10kV en daarna tot 230V) ten behoeve van het datacenter. Gelijkspanning distribueert daarentegen een standaard voltage van 48V [RASS63][RASS05].

Voordat de stroom überhaupt de IT-apparatuur kan bereiken, wordt het eerst aangeboden aan de *Uninterruptible Power Supplies* (UPS). Een ■

Type datacenter	Eigenaarschap
Corporate	Eigenaar is interne beheerorganisatie
Colocation (housing)	Datacenter is eigenaar van het gebouw en infrastructuur. De klant is eigenaar van de IT-apparatuur
Managed (hosting)	Datacenter is eigenaar van het gebouw, infrastructuur en IT-apparatuur

Tabel 1: Typen datacenters [AEBI03][MITC01]



UPS converteert stroom van wisselstroom naar gelijkstroom om de accu's op te laden ten behoeve van de back-up. Vervolgens wordt de stroom vanuit deze accu's weer teruggezet van gelijkstroom naar wisselstroom. Nadat deze laatste conversieslag in de UPS heeft plaatsgevonden, wordt de stroom aangeboden aan de *Power Distribution Units* (PDU).

Een PDU is verantwoordelijk voor de directe aanlevering van stroom aan de diverse IT-apparatuur in de racks. Deze hele keten van stroomaanlevering kan er al heel snel voor zorgen dat een substantiële hoeveelheid aan elektriciteit in een datacenter wordt verbruikt. In de server *Power Supply Unit* (PSU) wordt de in servers binnengekomen elektriciteit geconverteerd van wisselstroom (AC) naar gelijkstroom met een laag voltage (DC). Gelijkstroom met een laag voltage wordt gebruikt door de verschillende onderdelen van een server, zoals de CPU, het geheugen, de harde schijven, de chipsets en de koeling. Het niveau van het stroomverbruik wordt uitgedrukt in Watts.

De IT-apparatuur en de systemen die voor de aanlevering van stroom zorg dragen, moeten continu beschikbaar zijn (24 uur per dag, 7 dagen per week). Daardoor produceren zij een grote hoeveelheid opgewarmde lucht. Deze lucht dient uit het datacenter te worden verwijderd om adequaat te kunnen blijven opereren. De koeling in een datacenter wordt verzorgd door de *computer room air conditioning* (CRAC) unit waar de gehele *air handling unit* (AHU) in de vloer is gesitueerd (ook wel plenum genoemd). De AHU bevat onder andere ventilators en filters en is verantwoordelijk voor het klimaat en de distributie van lucht over het gehele datacenter. De geconditioneerde lucht is primair bedoeld om de IT-apparatuur (met name de servers) koel te houden. Koude lucht stroomt door kleine gaatjes uit de verhoogde vloer en wordt vervolgens door ventilators in de servers naar

binnen gezogen. Vervolgens circuleert de vrijgekomen warme lucht richting het plafond en komt zo weer uiteindelijk in de CRAC-unit terecht.

Op basis van een omvangrijke literatuurstudie zijn negen elektrische componenten van een datacenter beschreven [RPCS07]. Deze negen componenten zijn in figuur 1 weergegeven.

Deze componenten zijn verantwoordelijk voor het energiegebruik binnen het datacenter.

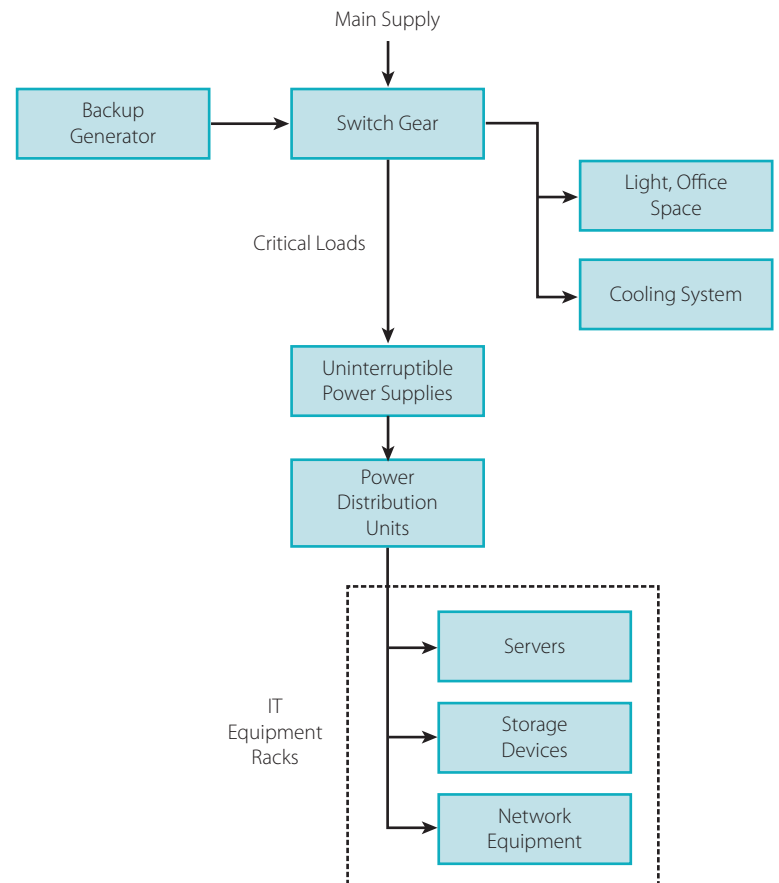
### BESTAANDE INITIATIEVEN ENERGIEBESPARING

Op basis van een literatuurstudie is onderzocht welke bestaande initiatieven relevant zijn om de energieconsumptie van datacenters tegen te gaan. Initiatieven om energiebesparing binnen een datacenter te realiseren worden hieronder nader toege-

licht. Voor meer informatie over de bestaande initiatieven is in de literatuurlijst een overzicht opgenomen waarin wordt verwezen naar de bijbehorende websites.

### Algemeen bekende initiatieven Energy Star label

Voor IT-apparatuur die bestemd is voor particulieren en bedrijven is er al enige jaren een label dat aangeeft hoeveel energie producten als printers, beeldschermen, kopieermachines, scanners en pc's gebruiken. Apparatuur met dit zogenaamde Energy Star label voldoen aan bepaalde criteria op het gebied van energie-efficiëntie. Dit label is ontwikkeld door de U.S. Environmental Protection Agency (EPA) en de U.S. Department of Energy. Het Energy Star Programma komt voort uit een overeenkomst tussen de Verenigde Staten en de Europese Unie over het coördi-



Figuur 1: Elektrische componenten in een datacenter [FANW07][TURN05]

neren van vrijwillige energielabeling van kantoorapparatuur en is goedgekeurd door de Europese Raad van Ministers in april 2003. Eén van de aspecten van een groen datacenter is dat bij het aanschaffen van IT-apparatuur tijdens het inkoopproces rekening wordt gehouden met *Energy Star* labels. [1]

#### *Code of Conduct on Datacentres (EU-richtlijn)*

Naast het *Energy Star* label is een zogenaamde '*Code of Conduct on Datacentres*' ontwikkeld [2]. Het initiatief hiervoor is genomen door de Europese Unie (EU). Deze *Code of Conduct* wordt ontwikkeld als antwoord op het stijgende energieverbruik van de IT-branche en de behoefte om de hieraan gerelateerde impact op omgeving, economie en energievoorzieningszekerheid te verminderen. Het doel van de *Code of Conduct* is om door gecoördineerde activiteiten van fabrikanten, verkopers, adviseurs, gebruikers en eigenaren van datacenters het energiegebruik op een kosteneffectieve manier te reduceren, zonder dat dit de bedrijfsvoering van datacenters frustrert. De *Code of Conduct* tracht dit te bereiken door het verbeteren van de kennis over de energiebehoefte van datacenters, het creëren van bewustwording en het aanbevelen van energetische *best practices*. De *Code of Conduct* is een vrijwillig initiatief gericht op het bijeenbrengen van geïnteresseerde belanghebbers.

#### *Checklist energiegebruik datahotels*

De checklist energiegebruik datahotels geeft een overzicht van de huidige mogelijkheden om efficiënt om te gaan met energie binnen een datacenter. De checklist bevat in totaal 21 aandachtspunten die behoren bij het opstellen van een besparingsrapportage energie [3]. De checklist bestaat uit een aantal kerngebieden, namelijk ICT-apparatuur, klimaat, voeding, en overig (contracten en energiemetingen).

#### *Praktijkrichtlijnen voor computerruimten*

Het Nederlands Normalisatie Instituut (NEN) is begonnen met de voorbereiding van het maken van een zogenaamde praktijkrichtlijn voor computerruimten. In de praktijkrichtlijn voor computerruimten wordt uiteengezet hoe installaties in de praktijk kunnen worden uitgevoerd. Deze praktijkrichtlijnen hebben over het algemeen geen wettelijk kader, maar vormen alleen een handreiking bij de voorbereiding en realisatie. Aangezien de NEN-richtlijn [4] tijdens het schrijven van dit artikel nog niet was gepubliceerd, hebben wij deze niet meegenomen in het raamwerk.

#### *BITKOM – Energy Efficiency in the Data Center volume 2*

BITKOM is de Duitse brancheorganisatie voor IT, telecommunicatie en nieuwe media. Deze organisatie heeft verschillende leidraden gepubliceerd op het gebied van milieu en energie. BITKOM [5] geeft inzicht in het functioneren van datacenter en de mogelijkheden tot reductie van het energieverbruik. In dit initiatief is aangegeven dat datacenters onderling van elkaar kunnen verschillen waardoor er over het algemeen geen one size fits all-oplossingen gegeven kunnen worden. Bij deze leidraad ligt de nadruk op de servers en de koelings- en UPS-systemen en is daarom met name gericht op een technische doelgroep. BITKOM beschrijft vrij uitgebreid de verschillende soorten apparatuur die tot energiebesparingen kunnen bijdragen.

#### *SenterNovem – criteria voor duurzaam inkopen*

SenterNovem is onderdeel van Agentschap NL. Het Agentschap NL ontwikkelt criteria [6] en praktische instrumenten om 'duurzaam inkopen' in de organisatie op te starten en om duurzaamheid bij inkopen en aanbestedingen mee te nemen. Duurzaam inkopen is met betrekking

tot datacenter geen gemakkelijke taak, aangezien een groot aantal variabelen een rol speelt bij het energieverbruik. Dit is mede afhankelijk van de geografische ligging van het datacenter, het soort diensten dat wordt aangeboden en het aantal klanten. De criteria van SenterNovem bieden een aantal *key performance indicators*, zoals de *DataCenters Infrastructure Efficiency (DCiE)*, die aangeeft welk gedeelte van de totaal aangewende energie daadwerkelijk gebruikt wordt voor IT-apparatuur. De criteria geven met name aan naar welk resultaat toegewerkt moet worden om minimaal aan de inkoopcriteria met betrekking tot duurzaamheid te voldoen.

#### *ETNO – Jaarverslag 2005-2007*

De beleidsgroep ETNO (*European Telecommunication Network Operators' Association*) heeft een speciaal *Energy Task Team* opgericht. Dit team, bestaande uit achttien afgevaardigden uit de telecommunicatiebranche, zet zich in om nieuwe methoden te testen en te ontwikkelen op het gebied van groene datacenters. In 2008 heeft dit team een jaarverslag [7] uitgebracht, waarin het bericht over best practices die het team heeft gerealiseerd. Wat dit jaarverslag vooral interessant maakt, is het feit dat het, in tegenstelling tot de overige initiatieven, ingaat op daadwerkelijke gerealiseerde oplossingen, inclusief bereikte milieuwinst en financiële besparingen.

#### **Richtlijnen boterzacht?**

Uit de bestudering van de initiatieven komt al snel naar voren dat de huidige initiatieven op het gebied van energiebesparing vooralsnog vrijblijvend van aard zijn en vooral een handreiking vormen.

Daarnaast blijkt uit de bestudering van de bestaande initiatieven dat maatregelen om de mate van groenheid van een datacenter te bepalen, kunnen worden ingedeeld in twee hoofdcategorieën, namelijk in niet ■



SenterNovem	EU	Bitkom	ETNO
Criteria voor duurzaam inkopen	CoC for data centers	Energy efficiency in the datacenter	Jaarverslag 2005 – 2007
Normen	Best practices	Inzicht	Resultaten

Figuur 2: Overzicht van de belangrijkste initiatieven

IT-gerelateerde en IT-gerelateerde maatregelen. Hierbij zijn de niet IT-gerelateerde elementen vooral gericht op:

- beleidsmatige elementen;
- afspraken en monitoring ten aanzien van energie efficiëntie;
- locatie en ontwerp van het gebouw.

De IT-gerelateerde elementen concentreren zich op:

- koeling en klimaat;
- voeding (UPS);
- hard- en software.

In de volgende paragraaf worden deze categorieën van groene maatregelen nader toegelicht.

In figuur 2 zijn de meest bruikbare initiatieven weergegeven die relevant zijn om de mate van groenheid van een datacenter te bepalen.

#### GROENE MAATREGELEN EN DE IT-AUDITOR

De huidige rol van de IT-auditor in relatie tot het datacenter kan zijn het onpartijdig verstrekken van zekerheid

en adviezen over de integriteit, exclusiviteit (waaronder fysieke beveiliging) en continuïteit van IT in het datacenter. Dit komt mede doordat ondernemingen sterk afhankelijk zijn van IT voor het uitvoeren van hun dagelijkse activiteiten. Het is dan ook van belang dat IT continu beschikbaar is.

De vraag die hierbij speelt is: 'Hoe kan de IT-auditor invulling geven aan het verstrekken van zekerheid en adviezen op het gebied van efficiëntie en effectiviteit van het datacenter (het vertrouwen in de mate van de groene dienstverlening)?

Voor het verstrekken van deze zekerheid en adviezen is een beoordelingsinstrument nodig om de mate van groenheid te kunnen vaststellen. Hiervoor hebben wij een eerste stap gezet door een conceptueel raamwerk op te stellen dat als richtlijn kan dienen ter bepaling van de mate van groenheid van een datacenter. Binnen de groene maatregelen uit dit raamwerk wordt onderscheid gemaakt in niet IT-gerelateerde elementen en IT-gerelateerde ele-

menten. Deze worden hieronder toegelicht.

#### Niet IT-gerelateerde elementen

##### Beleidsmatige maatregelen

De eerste soort van maatregelen kan geschaard worden onder de beleidsmatige elementen, aangezien zij betrekking hebben op de wijze waarop het management invulling dient te geven aan zijn beleid. De beleidsmatige elementen richten zich net als bij andere IT-deelgebieden op goed management en een gestructureerde planning voor het succesvol terugbrengen van het energiegebruik in een datacenter. Het begint bij het betrekken van de juiste personen bij het duurzaamheidsbeleid in bijvoorbeeld een programmamanagementvorm. Hierbij spelen de duurzaamheidsdoelstellingen ten aanzien van het reduceren van CO<sub>2</sub>-uitstoot geformuleerd door het management een grote rol. Het management dient tevens specifieke aandacht aan het bewustzijn van (interne) medewerkers te besteden en dient daarvoor de duur-



zaamheidsdoelstellingen organisatiebreed uit te dragen (top-down benadering).

Daarnaast dient het datacenter gebruik te maken van inkoopcriteria voor het inkopen van duurzame producten. Hiervoor zijn door Senter-Novem, een agentschap van het ministerie van Economische Zaken, de eerste concrete stappen gezet door het opstellen van criteria voor het duurzaam inkopen van hardware (definitieve vaststelling 2007) en netwerken en infrastructuur (definitieve vaststelling 2009). Op basis van deze criteria wil de overheid het goede voorbeeld geven en het bedrijfsleven stimuleren om steeds meer duurzaam in te kopen. De criteria voor duurzaam inkopen richten zich op de aanschaf van energie-efficiënte apparaten. Producten voorzien van dergelijke labels zijn 20 procent tot 30 procent energiezuiniger dan gemiddeld. Dit is in de criteria uitgewerkt met de verwijzing naar onder andere Energy Star en de Code of Conduct. Ook kan bij aanschaf van hardware rekening worden gehouden met efficiëntieratio's. Een belangrijke efficiëntieratio is de ratio DCiE, die stelt dat minmaal 50 procent van de totaal aangewende energie daadwerkelijk gebruikt wordt voor IT-apparatuur. Hiermee weet het datacenter in ieder geval wel naar welk resultaat toegewerkt moet worden om minimaal aan de inkoopcriteria met betrekking tot duurzaamheid te voldoen.

*Last but not least*, het management dient ook voldoende aandacht te besteden aan milieuvriendelijke afvoer van oude computers en andere incurante IT-materialen. Bepaalde IT-materialen kunnen zeer ernstige gezondheidsrisico's met zich meebrengen. Hierbij dient de IT-auditor vanuit het oogpunt van betrouwbaarheid nog wel speciale aandacht te besteden aan het definitief verwijderen van bestanden door gecertificeerde vernietiging van harde schijven.

#### *Afspraken en monitoring ten aanzien van energie-efficiënte*

Zoals in het voorgaande is beschreven, wil de overheid een voorbeeldfunctie vervullen op het gebied van duurzaamheid. In de praktijk komt vaak naar voren dat afnemers van datadiensten zich niet bewust zijn van de hoogte van hun energieverbruik en de mogelijkheden voor beïnvloeding hiervan. Om een eerste stap te zetten in de richting van bewustwording en om de monitoring en analyse bij de gebruiker te faciliteren, is het nuttig om te beschikken over frequente meterstanden. Het is daarom ook essentieel dat verbruikswaarden per rack worden gerapporteerd aan de aanbestedende dienst (klant). Zonder een energiebeheersysteem is het niet mogelijk om te rapporteren over de gerealiseerde energie-efficiëntie. Datacenters maken daarom steeds meer gebruik van een energiebeheersysteem.

Ook blijkt dat het in de praktijk van belang is om eisen te stellen aan de soort elektriciteit die wordt gebruikt (duurzaamheidscriteria). Hierbij kan een keuze worden gemaakt tussen duurzame 'groene' elektriciteit en reguliere 'grijze' elektriciteit. Duurzame elektriciteit is elektriciteit die is opgewekt uit natuurlijke energiebronnen die in onuitputtelijke hoeveelheden beschikbaar zijn, zoals wind, biomassa, waterkracht en zonne-energie. Duurzame energie legt daardoor geen beslag op eindige voorraden.

#### *Locatie en ontwerp van het gebouw*

Een van de maatregelen die een rol speelt bij de locatie en ontwerp van het gebouw heeft betrekking op de locatiekeuze. Voor de locatiekeuze van het datacenter dient een Milieu Effect Rapportage (hierna: MER) ten grondslag te liggen. De MER is een wettelijk verplicht rapport op basis van een onderzoek dat moet worden uitgevoerd bij de voorbereiding van belangrijke ruimtelijke beslissingen. Dit rapport wordt opgesteld bij activiteiten en projecten die

mogelijk belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu hebben. Dit kan variëren van een vergunning die aangevraagd wordt voor de bouw van een datacenter, tot de aanleg van grote infrastructurele werken zoals de Hogesnelheidslijn en de uitbreiding van Schiphol. Uit de praktijk blijkt dat veel datacenters geen analyse hebben uitgevoerd ter bepaling van de locatiekeuze.

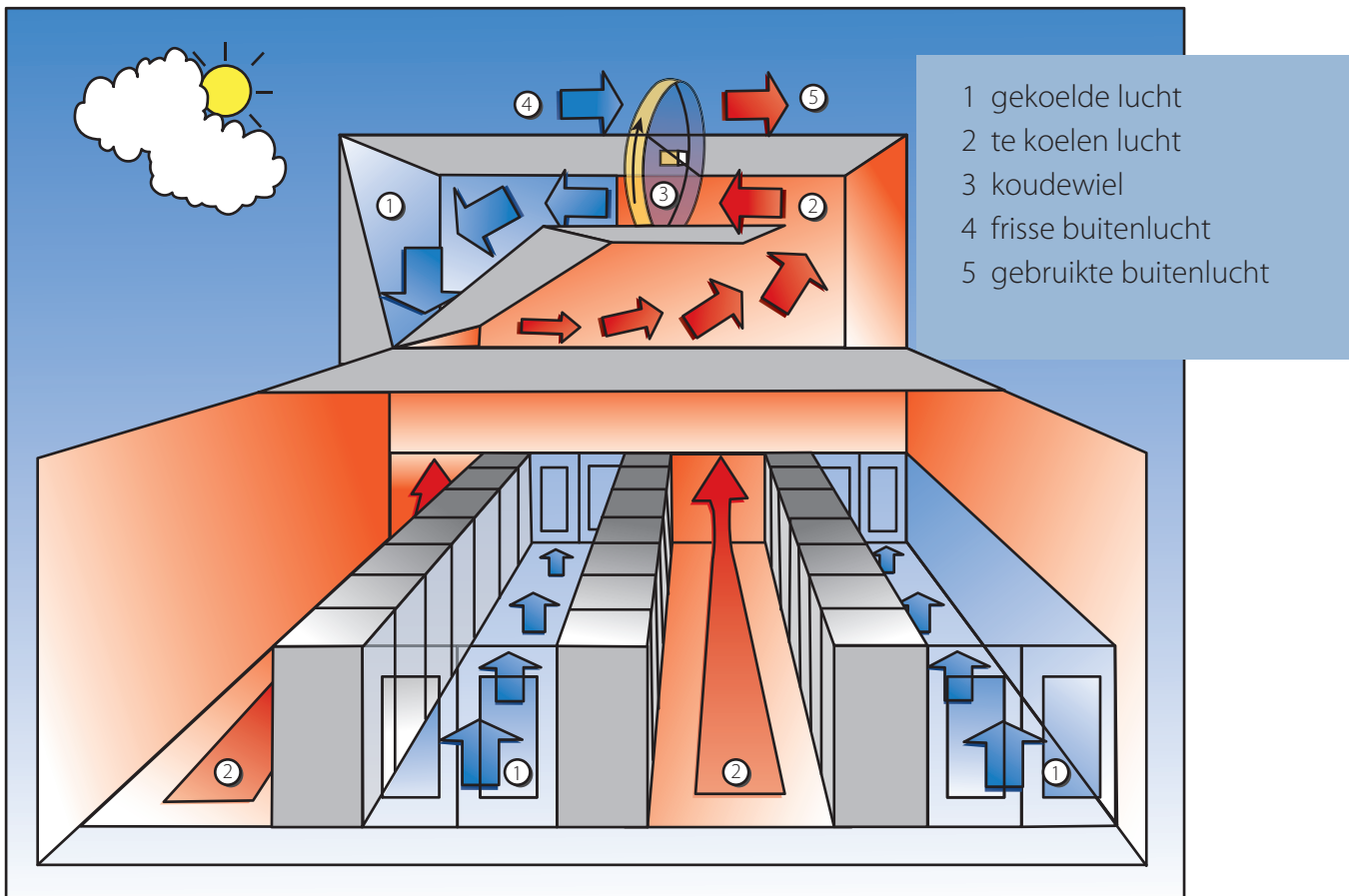
Een ander aandachtspunt is om bij de inrichting van een datacenter te denken aan verlichting met een laag energieverbruik, zoals led-verlichting in plaats van traditionele tl-verlichting. Naast een lagere energieverbruik is een bijkomend voordeel van led-verlichting dat het minder warmte afgeeft waardoor er minder gekoeld dient te worden. Een nadeel van het gebruik van led-verlichting is dat de aanschafkosten van led-verlichting hoog zijn.

#### **IT-GERELATEERDE ELEMENTEN**

##### *Koeling en klimaat*

Veel datacenters worden meer gekoeld dan noodzakelijk is. In de praktijk ('ist') is de aanvoer van lucht in het datacenter tussen de 16°C en 18°C. Hierbij zijn temperaturen onder de 16°C geen uitzondering. Van alle mogelijke maatregelen draagt het verhogen van de temperatuur in het datacenter het meest bij aan het beperken van de energieconsumptie. Het verhogen van de temperatuur met 1 graad kan al leiden tot een vermindering van het energieverbruik met 4 procent.

Bij het toetsen van exacte waarde van de luchttemperatuur dient de auditor er wel rekening mee te houden dat het setpoint tussen de 18°C en 27°C is. Ook de waarde van de luchtvochtigheid dient te worden getoetst. De luchtvochtigheid dient te liggen tussen 40 < 50 < 60 met een maximaal verloop van 5 procent per uur. Onder deze omstandigheden blijft huidige apparatuur nog probleemloos functioneren en kan energiebesparing worden geoptimaliseerd. ■



Figuur 3: Airflowmanagement [UPTI]

Maatregelen op het gebied van koeling en klimaat zijn met name gericht op het toepassen van *airflowmanagement*. Dit houdt in dat in computerruimten het inblazen van koude lucht gescheiden is van het afvoeren van warme lucht. Dit kan worden bereikt door warme en koude straten (aisles) te scheiden door middel van beschermwanden (zie figuur 3), zodat geen thermische kortsluiting kan ontstaan. Thermische kortsluiting ontstaat door het mixen van warme en koude lucht.

Daarnaast is het van belang dat de eigenaar van het datacenter een analyse (of vergelijkbaar) heeft uitgevoerd c.q. heeft laten uitvoeren om een efficiënt en flexibel koelmedium te kiezen. Hierbij dient een afweging te worden gemaakt tussen de benodigde en aanwezige koelcapaciteit en het type koelmedium (dimensione-

ren). De auditor dient deze afweging vast te stellen. Ook dient de auditor na te gaan of gekozen is voor zowel het toepassen van een koelmedium als vrije buitenlucht of andere natuurlijke hulpbronnen. Denk hierbij aan het toepassen van Kyoto-koeling, waarbij een ronddraaiend wiel warme lucht in de computerruimte afvoert naar de buitenlucht en koude buitenlucht al draaiend naar de warme computerruimte voert. Andere voorbeelden zijn het toepassen van een *chilled water loop* en koeltorens.

Om op een zo energie-efficiënte manier gebruik te kunnen maken van het koelmedium en de vrije buitenlucht dient een klimaatbeheersysteem bij temperatuurschommelingen in de computerruimten de benodigde koeling (automatisch) aan te sturen. Een ander aandachtspunt voor de auditor is om waar te nemen dat de

koelapparatuur buiten de gekoelde ruimten zijn geplaatst. Koelapparatuur geeft immers warmte af.

#### Voeding (UPS)

Besparingen binnen het datacenter zijn ook te realiseren op het gebied van voeding, met name op het gebied van de *Uninterruptible Power Supplies* (hierna UPS-systemen). Een belangrijke vraag hierbij is: Heeft het datacenter een analyse (of vergelijkbaar) uitgevoerd c.q. laten uitvoeren om de elektrische voeding en de noodstroominstallatie te dimensioneren? Uit ons praktijkonderzoek [ATEE09] blijkt dat de IT-auditor met name dient na te gaan welk type UPS-systeem door het datacenter wordt gebruikt. Hierbij kunnen twee typen onderscheiden worden: statische en roterende UPS-systemen. Een statische UPS bestaat uit een dieselse-

ratorset met vermogenslektronica en batterijen. Valt de netstroom uit, dan overbruggen de batterijen de tijd tot de dieselmotor op toeren is. Batterijen trekken echter voortdurend een kleine laadstroom en de omzetting van wissel- naar gelijkstroom en vice versa leidt ook tot verlies. Statische UPS-systemen zijn gangbaar voor datacenters van beperkte omvang.

Bij een roterende UPS draait er een vliegwiel tussen de dieselmotor en de generator en vervalt de batterij. Bij netuitval overbrugt het vliegwiel de tijd tot de dieselmotor voldoende omwentelingen maakt. Zolang netspanning aanwezig is, houdt de generator het vliegwiel op toeren, maar dit kost aanzienlijk minder energie dan het uitsluitend toepassen van een dieselmotor en generator. De IT-auditor dient bij de beoordeling na te gaan of het door het datacenter gekozen UPS-systeem aansluit bij de omvang (spanning) en benodigde zekerheidsgraad.

Voor het inkopen van UPS-systemen is binnen de overheid als minimumeis gesteld dat UPS-apparatuur moet voldoen aan de *Code of Conduct on Energy Efficiency and Quality of AC Uninterruptable Power Systems* (Europese Commissie, Ispra 2006). Deze minimumeisen bevestigen het belang van het toepassen van het juiste type UPS-systeem.

#### *Hard- en software*

Een ander gebied om energie te besparen betreft het toepassen van technologieën om efficiënt om te gaan met (het delen van) de systeembronnen. Hierbij zijn de maatregelen gericht op het inzetten van efficiënte hardware en slimme software.

Een van de meest bekende maatregelen voor het besparen van energie met behulp van software is het toepassen van virtualisatie. Deze maatregel zorgt ervoor dat minder servers nodig zijn en er dus minder energie wordt verbruikt.

Om energie te besparen dient hardware, zoals de processor (CPU) en het geheugen van een computer

(CPU), optimaal te worden benut (liefst 100% benutting). Echter, de software die de hardware aanstuurt, heeft invloed op het gedrag van de hardware. Indien een processor is uitgeschakeld (slaapstand) zal software zich continu bezighouden met de aansturing van de CPU om deze actief te houden. Dit gebeurt niet echt bewust, maar de software zal periodiek iets doen en daarmee de CPU vaak uit de slaapstand houden. Tevens draaien op de achtergrond van het besturingssysteem verschillende processen die opdrachten uitvoeren zonder dat de gebruiker daar behoefte aan heeft. Om dit te voorkomen, kan het toepassen van slimme software een oplossing bieden. Met andere woorden: een groen datacenter maakt een slapende CPU niet onnodig wakker. Probleem is echter dat er op de markt nog relatief weinig vraag naar slimme software is.

Daarnaast is het met behulp van *Thin Clients* en slimme software mogelijk om rekenkracht beter te verdelen. Op deze wijze is het mogelijk om meerdere CPU's in te zetten voor één gebruiker die gebruik maakt van een zware applicatie of voor meerdere gebruikers die een lichtere applicatie gebruiken, zoals een tekstverwerker. Kortom, de CPU kan flexibel ingezet worden.

Verder kan er energie bespaard worden door het toepassen van de juiste dataopslagapparatuur. Hierbij dient het datacenter een afweging te hebben gemaakt met betrekking tot het toepassen van kleine zuinige 2.5" dan wel 3.5" harddiskdrives en het aantal toeren van de harddisk. Een lager toerental is in het algemeen zuiniger. Ook kan het datacenter overwegen om uitsluitend informatieobjecten die een hoge beschikbaarheid vereisen op te slaan op *high-performance* disks met een meer energieverbruik. Verder kan het datacenter er bewust voor kiezen om data door middel van tapes te archiveren. Tapes verbruiken namelijk uitsluitend energie indien de data daadwerkelijk worden opgevraagd.

## **RAAMWERK**

Op basis van de visie van de praktijk en bestaande initiatieven hebben wij een conceptueel raamwerk opgesteld, dat onder andere door IT-auditors als hulpmiddel kan worden gebruikt om een beeld te vormen over de mate van groenheid van een datacenter. Dit raamwerk is weergegeven in tabel 2.

## **SAMENVATTING**

De afgelopen jaren staat het onderwerp duurzaamheid in de schijnwerpers. Hierdoor nemen ook datacenters steeds meer initiatieven om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren en een groen imago te creëren. De vraag is alleen in hoeverre het management (beoogde gebruiker) mag vertrouwen in deze groene dienstverlening.

Algemeen is bekend dat de IT-auditor het management *assurance* geeft over het behalen van ondernemingsdoelstellingen door het evalueren van risico's. Ten aanzien van duurzaamheid, als doelstelling van een onderneming, zal een IT-auditor dus *assurance* kunnen geven aan het management voorzover die duurzaamheid een relatie heeft met en bewerkstelligd wordt door IT. Voor het verstrekken van deze zekerheid is echter een beoordelingsinstrument nodig om de mate van groenheid te kunnen vaststellen. Hiervoor hebben wij een eerste stap gezet door een conceptueel raamwerk op te stellen dat als hulpmiddel kan worden gebruikt om een beeld te vormen over de mate van groenheid van een datacenter. Zelf hebben wij tot op heden het raamwerk in de praktijk nog niet toegepast. Ervaringen met het toepassen van het raamwerk en suggesties voor het toevoegen van wegingsfactoren zijn van harte welkom. ■





**CONCEPTUEEL RAAMWERK:  
ELEMENTEN DIE DE MATE VAN GROENHEID VAN EEN DATACENTER BEPALEN**

**Niet IT-gerelateerde elementen**

1. Beleidsmatige elementen	
Nr.	Omschrijving element
1.1.	Heeft het management specifieke doelstellingen (SMART) geformuleerd ten aanzien van het reduceren van CO <sub>2</sub> -uitstoot?
1.2.	Besteedt uw datacenter specifieke aandacht aan het bewustzijn van interne medewerkers en externe klanten met betrekking tot het reduceren van CO <sub>2</sub> -uitstoot?  (bijv. nieuwsbrieven over het tijdig uitzetten van de monitor op de werkvloer of minder uitprinten dan nodig).
1.3.	Hanteert uw datacenter specifieke criteria voor het inkopen van duurzame producten bij nieuwe investeringen?  <b>Zo ja of deels:</b> ga verder met vraag 1.4. <b>Zo nee of anders:</b> ga verder met vraag 1.6.
1.4.	Wordt bij nieuwe investeringen in IT-apparatuur rekening gehouden met Energy Star Labels?
1.5.	Wordt bij nieuwe investeringen in IT-apparatuur rekening gehouden met energie efficiëntieratio's?
1.6.	Worden voorafgaand aan nieuwe investeringen periodiek de aanwezige middelen en de benutting van IT-apparatuur en koelcapaciteit geïnventariseerd?
1.7.	Bestaat er binnen uw datacenter een gremium dat namens het datacenter de beslissingen tot aanschaf van nieuwe investeringen in duurzame producten analyseert en accordeert?
1.8.	Hanteert uw datacenter een beleid dat specifieke aandacht aan recycling van (oude) IT-apparatuur besteedt?
2. Afspraken en monitoring ten aanzien van energie-efficiëntie	
Nr.	Omschrijving element
2.1.	Zijn er afspraken tussen uw datacenter en het energiebedrijf over de energielevering die afkomstig is van natuurlijke hulpbronnen?
2.2.	Wordt er binnen uw datacenter gebruik gemaakt van een energiebeheerssysteem?  Onder energiebeheerssysteem verstaan wij een systeem dat wordt ingezet ter beheersing van het energieverbruik per computerruimte binnen een datacenter.
2.3.	Wordt er periodiek gerapporteerd aan het management en interne klanten over de gerealiseerde energie-efficiëntie?
2.4.	Wat is de waarde van de ratio Data Center infrastructure Efficiency (DCE) voor uw datacenter?  Graag de waarde aangeven in %.
3. Locatie & ontwerp gebouw	
Nr.	Omschrijving element
3.1.	Heeft de eigenaar vooraf ter bepaling van de locatiekeuze van uw datacenter een omgevingsanalyse (of vergelijkbaar) ten behoeve van een duurzame locatiekeuze uitgevoerd c.q. laten uitvoeren?
3.2.	Beschikt uw datacenter met betrekking tot de locatiekeuze over een goedgekeurd Milieu Effect Rapport (MER-rapport)?
3.3.	Wordt de restwarmte in uw datacenter hergebruikt voor bijvoorbeeld gebouwverwarming of beschikbaar gesteld aan derden?
3.4.	Bereiken kabels in uw datacenter via een afgeschermd behuizing onder het verlaagde plafond de serverracks?
3.5.	Beschikt uw datacenter over bewegingsdetectoren voor het automatisch in- en uitschakelen van verlichting?
3.6.	Is uw datacenter voorzien van verlichting met laag energieverbruik (spaarlampen/LED)?

IT-gerelateerde elementen		
4.	Koeling en klimaat	
	<i>Nr.</i>	<i>Omschrijving element</i>
	4.1.	Is binnen uw datacenter airflowmanagement ingericht?  Airflowmanagement houdt in dat in computerruimten het inblazen van koude lucht gescheiden is van het afvoeren van warme lucht. Hierbij worden warme en koude straten (aisles) gescheiden door middel van beschermwanden, zodat geen thermische kortsluiting kan ontstaan.
	4.2.	Zijn de computerruimten in uw datacenter ingericht met een verhoogde vloer en verlaagd plafond?
	4.3.	Heeft de eigenaar van het datacenter een analyse (of vergelijkbaar) uitgevoerd c.q. laten uitvoeren om een efficiënt en flexibel koelmedium te kiezen?
	4.4.	Wordt binnen uw datacenter gebruik gemaakt van vrije buitenlucht of andere natuurlijke hulpbronnen, zoals chilled water loop, koeltorens of koelwiel?  <b>Zo ja of deels:</b> ga verder met vraag 4.5. <b>Zo nee of anders:</b> ga verder met vraag 4.6.
	4.5.	Zijn er detectiesensoren aanwezig om bij een hogere luchtvochtigheid (humidity) het gebruik van buitenlucht voorlopig uit te kunnen schakelen en tijdelijk terug te kunnen vallen op interne koelsystemen?
	4.6.	Wordt vrijgekomen warmte hergebruikt door het richting het koelmedium (lucht of water) te routeren?
	4.7.	Wat is de waarde van het setpoint voor de luchttemperatuur in de serverruimten van uw datacenter ? Graag de waarde aangeven in <b>°C</b> .
	4.8.	Wat is de waarde van de relatieve luchtvochtigheid (humidity) in de serverruimten van uw datacenter?  Graag de waarde aangeven in <b>%</b> .
	4.9.	Wordt periodiek de parametersering van de aircosystemen gecontroleerd op temperatuur en luchtvochtigheid (humidity)?
	4.10.	Is binnen uw datacenter de koelapparatuur buiten de gekoelde ruimten geplaatst?
	4.11.	Zijn de computerruimten verdeeld in compartimenten met een eigen klimaatregeling en koelmachine?
	4.12.	Zijn in de directe nabijheid van alle toegangen tot de computerruimten schakelaars aanwezig waarmee de stroomtoevoer naar wandcontactdozen, computerinstallaties en airco handmatig kan worden uitgeschakeld? Dit kan ook centraal geregeld zijn.
	4.13.	Wordt er binnen uw datacenter gebruik gemaakt van een klimaatbeheersysteem dat bij temperatuurschommelingen in ruimten de benodigde koeling aanstuurt?
5.	Voeding (UPS)	
	<i>Nr.</i>	<i>Omschrijving element</i>
	5.1.	Heeft het datacenter een analyse (of vergelijkbaar) uitgevoerd c.q. laten uitvoeren om de elektrische voeding en de noodstroominstallatie te dimensioneren?
	5.2.	Welk type UPS-systeem wordt door uw datacenter toegepast? Hierbij kunt u één van drie antwoordmogelijkheden opgeven:  a. Statisch UPS-systeem b. Roterend UPS-systeem c. Anders/weet niet
	5.3.	Voldoet het UPS-systeem aan de eisen zoals omschreven in de Code of Conduct on Energie Efficiency and Quality of AC on Uninterruptable Power Systems (Europese Commissie, Ispra 2006)?
6.	Hard- en software	
	<i>Nr.</i>	<i>Omschrijving element</i>
	6.1.	Wordt er binnen uw datacenter consolidatie en virtualisatie toegepast om efficiënt om te gaan met (het delen van) de systeembronnen?



6.2.	Wordt er binnen uw datacenter gebruik gemaakt van energiezuinige multiprocessoren?
6.3.	Wordt er binnen uw datacenter gebruik gemaakt van slimme software (hiermee kan de CPU optimaal naar benodigde rekenkracht worden benut en wordt voorkomen dat processoren uit de slaapstand worden gezet)?
6.4.	Wordt er binnen uw datacenter gebruik gemaakt van Thin Clients en Software as a Service (SaaS)?
6.5.	Is er binnen uw datacenter een functionaris (of team) verantwoordelijk voor het onderzoeken van nieuwe technologische mogelijkheden op het gebied van duurzaamheid en energiebesparing?
6.6.	Is er binnen uw datacenter een analyse uitgevoerd ten aanzien van het toepassen van de juiste dataopslagapparatuur?

Tabel 2: Raamwerk

#### Literatuurlijst

[AEBI03] Aebischer, B., Frischknecht, R., Genoud, C., en Huser, A., Varone, F., A study commissioned by DIAE1 / ScanE2 of the Canton of Geneva, Energy- and Eco-Efficiency of Data Centres, 2003.

[ATEE09] Atalay, E., Eedens, M., Groene Datacenters: Een onderzoek naar de elementen van groene datacenters voor IT-auditors, Postgraduate IT Audit Opleiding, 2009.

[BOGA09] Bogaert, W., Masterproef Data Center Management gebaseerd op COBIT, Wouter Bogaert, 2008-2009

[FANW07] Fan, Xiaobo, Wolf-Dietrich Weber, and Luiz André Barroso, Power Provisioning for a Warehouse-sized Computer. Proceedings of the 34th International Symposium on Computer Architecture in San Diego, CA. Association for Computing Machinery, ISCA 2007

[GART07] Gartner Press Release, 2007

[MITC01] Mitchell-Jackson, Jennifer. Energy Needs in an Internet Economy: A Closer Look at Data Centers. Masters thesis. Under Review. Berkeley, Calif.: University of California, 2001

[MOLE09] Molenwijk, E., Van Grijs naar Groen, Informatie, Maart 2009

[RASS05] Rasmussen, N., Electrical efficiency modelling of data centers, American Power Conversion white paper #113(APC), 2005

[RASS63] Rasmussen, N., AC vs DC Power distribution for data centers, American Power Conversion white paper # 63(APC)

[RPCS07] Report to Congress on Server and Data center Energy Efficiency Public Law 109-431, U.S. Environmental Protection Agency ENERGY STAR PROGRAM, augustus 2007

[SIJP08] Sijphee, N., Energiebesparing in datahotels: Meer met minder, Energieonderzoekcentrum Nederland (ECN), februari 2008

[TURN05] Turner, W. Pitt, John H. Seader, and Kenneth G. Brill. Industry Standard Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance. Santa Fe, NM: Uptime Institute, 2005.

[UPTI] <http://www.uptimetechnology.nl/index.html>

#### Websites bestaande initiatieven:

- [1] [http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod\\_development.server\\_efficiency](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod_development.server_efficiency)
- [2] [http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby\\_initiative.htm](http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative.htm)
- [3] <http://www.nieuwamsterdamsklimaat.nl/asp/download.aspx?file=/contents/pages/171033/data-hotels.pdf>
- [4] <http://www2.nen.nl/cmsprod/groups/public/documents/bestand/289323.pdf>
- [5] [http://www.bitkom.org/files/documents/Energy\\_Efficiency\\_in\\_the\\_Data\\_Center\\_web.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/Energy_Efficiency_in_the_Data_Center_web.pdf)
- [6] <http://www.senternovem.nl/duurzaaminkopen/Criteria/index.asp>
- [7] [http://www.etno.eu/Portals/34/ETNO%20Documents/Sustainability/2008%20Energy%20Report\\_final.pdf](http://www.etno.eu/Portals/34/ETNO%20Documents/Sustainability/2008%20Energy%20Report_final.pdf)



**M.R. Eedens MSc** is sinds 1 oktober 2008 werkzaam bij de Rijksauditedienst. Daarvoor werkte hij sinds 1 december 2006 bij de EDP Audit Pool.



**E. Atalay MSc** is sinds 1 oktober 2008 werkzaam bij de Rijksauditedienst. Daarvoor werkte hij sinds 1 november 2006 bij de EDP Audit Pool. Het artikel is gebaseerd op de afstudeerscriptie van beide auteurs in het kader van de afronding van de IT-auditopleiding aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Het artikel is geschreven op persoonlijke titel.