



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Markt Potentieel van Power management IT-hardware en tijdige vervanging van IT-hardware

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat

*>> Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal Ondernemen*



Markt Potentieel

van

Power management IT-hardware en tijdige vervanging
van IT-hardware

Management samenvatting

Dit rapport is het resultaat van een opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Certios heeft eind 2015 deze opdracht van de RVO ontvangen om het marktpotentieel in te schatten en daarmee te kijken hoeveel energie er bezuinigd zou kunnen worden indien organisaties zogenaamde *power management settings* zou toepassen in de IT-hardware in datacenters (computerruimtes). Hiermee wordt voorgebouwd op de bevindingen van het rapport Zervers (Harryvan, 2014) waarin het besparingspotentieel van power management settings al eerder werd aangehaald. Power management van IT-hardware (servers) maakt het mogelijk dat de servers minder energie verbruiken op een moment dat er minder activiteit gevraagd wordt.

Ten behoeve van deze rapportage zijn aannames, recente studies, eigen research, interviews en praktijkinzichten gebruikt. Hiermee zal Certios de opdrachtgever de volgende resultaten aanbieden:

- Energie besparingspotentieel van 0,45 TWh voor Nederland
- Data voor de energiebesparing bij servers (business case)

Er zijn sterke argumenten om IT-hardware eerder te willen vernieuwen. Enerzijds lijkt dat een verspilling; waarom hardware vervangen op het moment dat deze nog niet kapot is? Anderzijds zal in dit rapport worden aangetoond dat vervanging van server en storage hardware, *eerder* dan dat op dit moment bij de onderzochte partijen gebruikelijk is, een aanzienlijk besparingspotentieel in zich draagt.

Uit gesprekken met partijen in het veld blijkt echter dat de levensduur van hardware eerder verlengd dan verkort lijkt te worden. Om deze reden adviseren wij verder onderzoek naar het effect van levensduur van ICT-apparatuur op de energiehuishouding en de geassocieerde *total cost of ownership* voor Nederlandse ICT-organisaties.

Door te focussen op een deel van het energiegebruik in het datacenter en het aangeven van de mogelijkheden tot risicoloze implementatie van een aantal IT-energiebesparingsmaatregelen, hopen wij te hebben bijgedragen aan een verdere verbetering van het energiegebruik in het datacenter.

De data is verzameld tussen 2015 en 2017.

Juli 2017,

Certios.

Inhoudsopgave

MANAGEMENT SAMENVATTING	- 2 -
INHOUDSOPGAVE	- 3 -
LIJST MET AFBEELDINGEN	- 4 -
LIJST MET TABELLEN	- 4 -
OPDRACHT	- 5 -
ONDERZOEKSVRAAG	- 5 -
DEELVRAGEN	- 5 -
OP TE LEVEREN RESULTAAT	- 5 -
RESULTATEN ONDERZOEK	- 6 -
DEELVRAAG 1	- 6 -
PUE	- 6 -
ENERGIE EFFICIËNTIE	- 7 -
DEELVRAAG 2	- 8 -
DEELVRAAG 3	- 9 -
DEELVRAAG 4	- 9 -
DEELVRAAG 5	- 9 -
POWER MANAGEMENT	- 9 -
ENERGIEBESPARING	- 14 -
DEELVRAAG 6	- 15 -
DE INVLOED VAN AANSCHAFKOSTEN BIJ VERVANGING	- 16 -
DEELVRAAG 7	- 17 -
DEELVRAAG 8	- 18 -
OVERZICHT MARKTPOTENTIEEL	- 19 -
DATA T.B.V. FACTSHEET ENERGIEBESPARING BIJ SERVERS	- 19 -
OVERDENKINGEN	- 20 -
1. BIJLAGE: OPMERKING WAARDE IT-ENERGIEVERBRUIK SERVERS	- 21 -
2. BIJLAGE: POWER MANAGEMENT, SURFDRIVE	- 22 -
3. BIJLAGE: POWER MANAGEMENT, PARTICIPANTEN	- 23 -
POWER MANAGEMENT, PARTICIPANT A	- 23 -
POWER MANAGEMENT, PARTICIPANT B	- 24 -
POWER MANAGEMENT, PARTICIPANT C	- 24 -
POWER MANAGEMENT, PARTICIPANT D	- 25 -
POWER MANAGEMENT, PARTICIPANT E	- 26 -
POWER MANAGEMENT, PARTICIPANT F	- 28 -
POWER MANAGEMENT, PARTICIPANT G	- 28 -
POWER MANAGEMENT, PARTICIPANT H	- 28 -
POWER MANAGEMENT, PARTICIPANT I	- 29 -
4. BIJLAGE: NDA LIJST VAN ONDERZOEK PARTICIPANTEN	- 32 -
BIBLIOGRAFIE	- 32 -

Lijst met Afbeeldingen

Afbeelding 1 271 MW aan vermogen betekent 2,4 TWh/jaar	8 -
Afbeelding 2 HPM in vSpere 5.5.....	10 -
Afbeelding 3 HPM in vSpere 5.5 (states).....	11 -
Afbeelding 4 Illustratie van toename energie efficiëntie power management van IBM-server in VMware 5.1 omgeving ..	11 -
Afbeelding 5 Effect power management in de tijd	12 -
Afbeelding 6 Vermogensvraag gedurende 1 week van de server systemen van de Gemeente A.....	14 -
Afbeelding 7 aangewend vermogen gedurende werkweek en weekend zonder power management	15 -
Afbeelding 8 Afbeelding uit presentatie verbeteringsmogelijkheden door vervanging IT-hardware bij Waterschap.....	15 -
Afbeelding 9 Nieuwere generaties servers verbruiken minder vermogen wanneer ze minder worden gebruikt.....	17 -
Afbeelding 10 Teksts uit "United States Data Center Energy Usage Report" (Shehabi, 2016)	17 -
Afbeelding 11 Illustratie leeftijdsverdeling uit uitdraai CMDB van Waterschap.....	18 -
Afbeelding 12 HP Power settings (BIOS)	23 -
Afbeelding 14 CPU Usage Cluster [boven] RAM usage [Onder].....	23 -
Afbeelding 15 RAM usage Cluster	23 -
Afbeelding 15 Power Regulator Setting illustratie	24 -
Afbeelding 16 Screenshot configuratie details.....	24 -
Afbeelding 17 Illustratie CPU-belasting patroon Installatiebedrijf.....	26 -
Afbeelding 18 Illustratie CPU-vermogensvraag Installatiebedrijf	27 -
Afbeelding 19 Illustratie CPU-vermogen vraag Installatiebedrijf - klein experiment.....	27 -
Afbeelding 20 Illustratie CPU-belasting Cloud provider	29 -
Afbeelding 21 Illustratie hardware grote onderwijsinstelling.....	30 -
Afbeelding 22 Snapshot inventarisatie bestaande serverpark.....	30 -

Lijst met Tabellen

Tabel 1 samenvatting onderzoek gebruik power management.....	12 -
Tabel 2 gewichten aan de onderzochte organisaties	13 -
Tabel 3 Vergelijking 2012 en 2014 server (SPECpower).....	16 -
Tabel 4 GreenServe aspecten en verschillende datacenter omgevingen	19 -
Tabel 5 Space type en utilisation rates.....	21 -
Tabel 6 Illustratie invloed Power Safe vs. Performance settings	25 -
Tabel 7 HP ProLiant DL380 G7 - High Performance vs. Dynamic Power Saving Mode.....	25 -
Tabel 8 Server clusters onderwijsinstelling	28 -
Tabel 9 Illustratie server omgeving Cloud provider	28 -



Opdracht

De Rijksdienst voor ondernemend Nederland (RVO) heeft Certios de opdracht gegeven om, in het kader van het GreenServe project (deelproject Markt & Model) de volgende onderzoeksvraag te beantwoorden.

Onderzoeksvraag

Wat is het marktpotentieel voor energiebesparing in serverruimten (datacenters) in Nederland, ervan uitgaande dat ten tijde van de opdrachtverstrekking er nog veel te verbeteren valt op het gebied van de power managementinstellingen van IT-hardware?

(De opdracht zelf is beschreven in het document *20151125 Onderzoeksvoorstel RVO GreenServe*.)

Deelvragen

1. Wat bedoelen we met energieverbruik in dit kader?
2. Wat is het relevante IT-hardware energieverbruik in Nederland?
3. Wat is de verdeling tussen de verschillende componenten in datacenters m.b.t. het energieverbruik?
4. Wat is de groei in IT-hardware en het energieverbruik van IT-hardware?
5. Wat is de samenhang tussen power management van IT-hardware en energieverbruik?
6. Wat is de samenhang tussen de leeftijd van IT-hardware en energieverbruik?
7. Wat is de gemiddelde leeftijd van een server in gebruik?
8. Wat kan worden bespaard ('marktpotentieel') wanneer power management wordt gebruikt en de leeftijd van IT-hardware omlaag?

Op te leveren resultaat

Naar aanleiding van de onderzoeksvraag is het volgende als resultaat op te leveren:

1. Overzicht marktpotentieel;
2. Data t.b.v. factsheet energiebesparing bij servers t.b.v. klanten van datacentra (met business case);
3. Data t.b.v. factsheet energiebesparing met eigen serverruimte.

Van deze bovengenoemde resultaten zullen de laatste twee worden samengevoegd tot één. Er is in de praktijk geen verschil op te tekenen in het energiebesparingspotentieel t.b.v. klanten van datacentra en organisaties met een eigen datacenter.

Resultaten onderzoek

Deelvraag 1

Wat bedoelen we met energieverbruik in dit kader?

Met energieverbruik wordt hier de, voor het operationeel houden van servers, in Nederland gebruikte hoeveelheid finale elektrische energie bedoeld, uitgedrukt in KWh, MWh, GWh en zelfs TWh.

De basis voor het bepalen van dit energieverbruik is het verbruik van deze servers zelf. Voor het borgen van operationele parameters zoals de continuïteit van dienstverlening en beveiliging van de data is echter meer nodig. IT-hardware, waaronder servers, bevatten, behandelen en transporteren veelal waardevolle, soms vertrouwelijke informatie waarvan bedrijven instellingen en individuen (sterk) afhankelijk zijn. Daarom staat deze apparatuur in de regel opgesteld in datacentra waar de lucht geconditioneerd wordt voor optimale werking van de IT-apparatuur en in de meeste gevallen ook maatregelen zijn genomen om onderbrekingen in de stroomvoorziening op te vangen.

In dit rapport wordt het verbruik van deze facilitaire randapparatuur, benodigd voor conditionering en beveiliging, en voor zover dit gerelateerd is aan het energieverbruik van de servers, meegenomen in de berekening van energieverbruik en besparingspotentieel.

PUE

De methode die in dit rapport gebruikt wordt voor het toerekenen van het facilitaire energieverbruik aan het directe energieverbruik door servers, is die van vermenigvuldiging met de PUE.

De Power Usage Effectiveness (PUE) is de ratio tussen de totale hoeveelheid energie die nodig is om een datacenter te laten functioneren en de benodigde hoeveelheid energie die nodig is om de IT-apparatuur te laten werken.

$$PUE = \frac{\text{Totaal energieverbruik door Datacentrum}}{\text{Energieverbruik door IT apparatuur}} \quad (1)$$

(The Green Grid, 2012) waarin:

$$\text{Totaal energieverbruik datacentrum} = \text{Energieverbruik door IT apparatuur} + \text{Energieverbruik facilitair} \quad (2)$$

Hiermee komt het totaal voor door servers verbruikte energie op:

$$\text{Totaal energieverbruik servers} = \text{Directe energieverbruik servers} \times PUE \quad (3)$$

Voor het beperken van de hoeveelheid benodigde data die voor deze berekening benodigd is, zullen alle berekeningen gebruik maken van gemiddelde waarden voor deze PUE, zoals deze zijn genoemd in de publicatie van CE Delft (Afman & Scholten, 2016), namelijk PUE=1,4 voor commerciële datacentra en PUE=1,7 voor private serverruimten.

Zoals uit formule 3 is af te leiden zijn er dus twee mogelijke routes om het totale energieverbruik te verlagen. In de eerste plaats (de eerste route), is er datgene wat in de afgelopen jaren veel aandacht heeft gekregen; het verlagen van de PUE richting de ideale waarde van PUE=1.

De PUE is een goede ratio om te bekijken hoe je juist de hoeveelheid energie van de randapparatuur (UPS, noodstroom generatoren, koeling, verdeelstations, verlichting, verwarming) kunt beperken. De benodigde energie om deze randapparatuur te gebruiken wordt wel de 'facilitaire component' van het totale energieverbruik genoemd. De andere component is het energieverbruik van de IT-apparatuur.

Veel professionele datacenters in Nederland hebben inmiddels alle mogelijke maatregelen getroffen om de het energieverbruik van deze facilitaire component zoveel mogelijk te beperken. De modernste datacenters halen met vrije koeling een PUE die de 1 nadert. Verdere verlaging van de PUE door het beperken van het energieverbruik van de facilitaire component is uiterst beperkt geworden.

De teller van de formule 4 bestaat uit zowel het energieverbruik van de IT-apparatuur, als het verbruik van de facilitaire component. Tezamen maken deze het totale energieverbruik van het datacenter. De doorwerking van het verlagen van de facilitaire component in de teller op de PUE blijkt uit (4)

$$PUE \text{ (omlaag)} = \frac{\text{Totaal energieverbruik door Datacenter (omlaag)}}{\text{Energieverbruik door IT apparatuur}} \quad (4)$$

De tweede route is die van het verlagen van het energieverbruik door de IT-apparatuur zelf. Deze tweede route biedt een groter potentieel, de ideale waarde van de PUE is gelijk aan 1, maar er is geen benoemde ondergrens aan de door IT-apparatuur opgenomen energie.

Primair gaat door het besparen op het energieverbruik van IT-apparatuur de PUE omhoog, zie ook formule 4; de noemer daalt. De focus van de industrie en de vragers in de markt ligt op een steeds lagere PUE, hetgeen wordt uitgedrukt in RFQ's en aanbestedingen. Besparen op het totale energieverbruik door het verlagen van het IT-hardware energieverbruik verhoogt de PUE en gaat daarmee in tegen dergelijke PUE-aanbestedingseisen.

Doordat het energieverbruik van de facilitaire component een variabel en een vast deel heeft, drijft een energiebesparing van de IT-apparatuur de PUE omhoog. Als het energieverbruik van de IT-apparatuur verlaagt, verlaagt alleen het variabele deel van de facilitaire component, het vaste deel blijft gelijk. Zodra het energieverbruik van de IT-apparatuur wordt verlaagd, zal de facilitaire component relatief meer energie gaan vergen ten opzichte van het totaal. Daarmee zal de PUE stijgen.

$$PUE \text{ (licht omhoog)} = \frac{\text{Totaal energieverbruik door Datacenter (lichter omlaag)}}{\text{Energieverbruik door IT apparatuur (omlaag)}} \quad (5)$$

Overweging 1: het verlagen van het IT-energieverbruik levert primair een hogere PUE op.

Overweging 2: de focus op een steeds lagere PUE hindert het benutten van het aanwezige besparingspotentieel in het datacenter.

Van belang is hierin wel dat het totale energieverbruik sterk mee daalt met een daling in het verbruik door IT-apparatuur; het netto-effect blijft dus positief.

Overweging 3: het verleggen van de focus naar besparing van het totale energieverbruik in datacenters, stimuleert verdere besparingsmogelijkheden in het datacenter, van zowel de facilitaire component als de IT-apparatuur component.

Voor de berekeningen in dit rapport is de hierboven genoemde invloed op de PUE niet in de berekeningen meegenomen. Deze aanname is redelijk zolang het energieverbruik van IT-apparatuur binnen een datacenter voldoende hoog blijft. Op basis van de nog steeds groeiende vraag naar datacenter capaciteit is het aannemelijk dat besparingen op het energieverbruik door IT-apparatuur zullen worden vertaald naar ruimte voor deze groei. Deze invulling onderbouwt het gebruik van constante waarden voor de PUE in de berekeningen in dit rapport.

Energie efficiëntie

Een goede energie efficiëntie betekent: het doen van het benodigde 'werk' met zo min mogelijk daarvoor benodigde energie. De discussie over het nut van het vele werk wat in een datacenter door

IT-hardware wordt verricht zullen we hier niet voeren. Met een betere inzet en benutting van IT-hardware en door het inzetten van modernere apparatuur, is de energie efficiëntie sterk te verbeteren. Dat is het onderwerp van dit rapport.

Deelvraag 2

Wat is het relevante IT-hardware energieverbruik in Nederland?

Een recente studie van CE Delft in opdracht van de RVO (Afman & Scholten, 2016) beschrijft een schatting van het totaal verbruik door ICT in Nederland. In dit onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen commerciële en private datacentra als respectievelijk de aanbod en vraagzijde (alleen de serverruimten) waarbij de vraagzijde een schatting met grote onzekerheden is.

Het energiegebruik van servers in bedrijfsmatige serverruimten worden voor 2013 ingeschat op 1,36 TWh inclusief een verrekening van een PUE van 1,5 (zie tabel 29 uit het rapport (Afman & Scholten, 2016)).

Gezien de dalende trend van het aantal servers dat in gebruik is (zie ook (Afman & Scholten, 2016)) maken we een (ruwe) schatting dat het server energieverbruik in 2017 door zakelijke servers in private serverruimten geschat kan worden op 0,9 TWh (inclusief een PUE van 1,7).

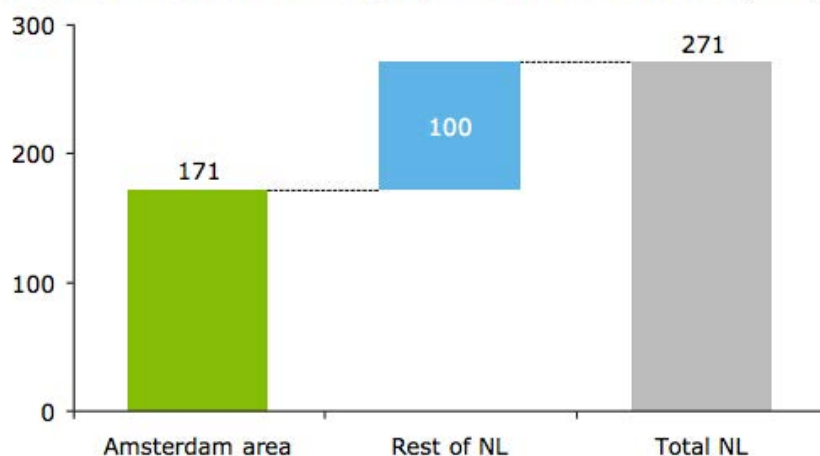
Naast de private datacentra moet ook het aan servers toegeschreven energieverbruik in commerciële datacentra nog bij worden meegerekend.

De firma CE Delft publiceerde inzake de commerciële datacentra in Nederland het rapport: *Energiegebruik Nederlandse commerciële datacenters 2014-2017 Nieuwbouwplannen en ontwikkeling energiegebruik* (CE Delft, 2014).

In dit rapport is voor 2017 de volgende schatting opgenomen: commerciële datacentra 2,7 TWh (1,9-3,5 (foutmarge)) inclusief de PUE-verrekening (gemiddeld 1,4). Deze schatting is echter inclusief het energieverbruik door netwerk en storage apparatuur, welke in de scope van Geenserve is uitgesloten.

De genoemde schatting komt ruim binnen de foutmarge overheen met het recenter door de Dutch Datacenter Association (DDA) gepubliceerde Datacenter vermogen in MW (Vermeulen, 2016).

Colocation data center supply in the Netherlands (MW)



Source: Dutch Datacenter Association, Pb7 Research, 2016

Afbeelding 1 271 MW aan vermogen betekent 2,4 TWh/jaar

Uit vermenigvuldiging van het gemiddelde vermogen met het aantal uren per jaar levert 2,4 TWh per jaar aan colocatie in Nederland (Peters & Dijk, 2016).

Gezien het feit dat voor dit laatste onderzoek de bron data door de datacentra recent is aangeleverd, zullen verdere berekeningen uitgaan van de genoemde 2,4 TWh voor 2016, dit is opnieuw inclusief het verbruik door storage en netwerkapparatuur.

Deelvraag 3

Wat is de verdeling tussen de verschillende componenten in datacenters m.b.t. het energieverbruik?

Het eerdergenoemde rapport *Energiegebruik ICT in Nederland 2013, trendontwikkeling 2020 en 2030* (Afman & Scholten, 2016)) suggereert dat 67% van het genoemde energie verbruik aan servers is toe te schrijven. Recenter onderzoek in Amerika, gebaseerd op verkoopcijfers van ICT-apparatuur zoals genoemd in *United States Data Center Energy Usage Report* (Shehabi, 2016) geven hiervoor 77%. Gezien de kwaliteit van deze brondata lijkt dit een betrouwbaardere aanname. Met de aanname van 77% aan servers toewijsbaar verbruik volgt dat in commerciële datacentra het energie verbruik door servers in 2017, 1,9 TWh is. De genoemde 1,9 TWh is inclusief de voor servers benodigde koeling, maar exclusief groei voor de periode van 2016 naar 2017.

Het totaal van direct aan servers toewijsbaar energieverbruik in commerciële en private datacentra komt hiermee op 2,8 TWh voor 2017.

Deelvraag 4

Wat is de groei in IT-hardware en het energieverbruik van IT-hardware?

Voor de toekomstramingen in private datacentra zijn door CE Delft (Afman & Scholten, 2016) documenten bekeken waaruit blijkt dat de server aantallen in deze ruimtes sterk aan het dalen zijn. Dit zien we ook aan in de praktijk (vb. leegstaande racks). Het gemiddeld aantal fysieke servers per locatie daalt, van gemiddeld 13,6 stuks in 2009 tot 10,4 in 2012 en 6,9 in 2015 (Computerprofile, 2015). Het CE Delft rapport (Afman & Scholten, 2016) verwacht een verdere daling naar 3,5 servers per locatie in 2020. En opzichte van 2013 zal door

- het afnemen van het aantal servers
- de toename van de virtualisatiegraad van $\pm 62\%$ naar 90%

in dezelfde periode 40% van de energie bespaard kunnen worden.

Deelvraag 5

Wat is de samenhang tussen power management van IT-hardware en energieverbruik?

Power management

Power management is een combinatie van technieken die door fabrikanten van servers en infrastructurele software zijn ontwikkeld om de vraag naar elektrisch vermogen van (een cluster van) computers te kunnen sturen (beperken). We onderscheiden in power management 2 hoofdrichtingen, zogenaamde Cluster Power Management (CPM) en Host Power Management (HPM).

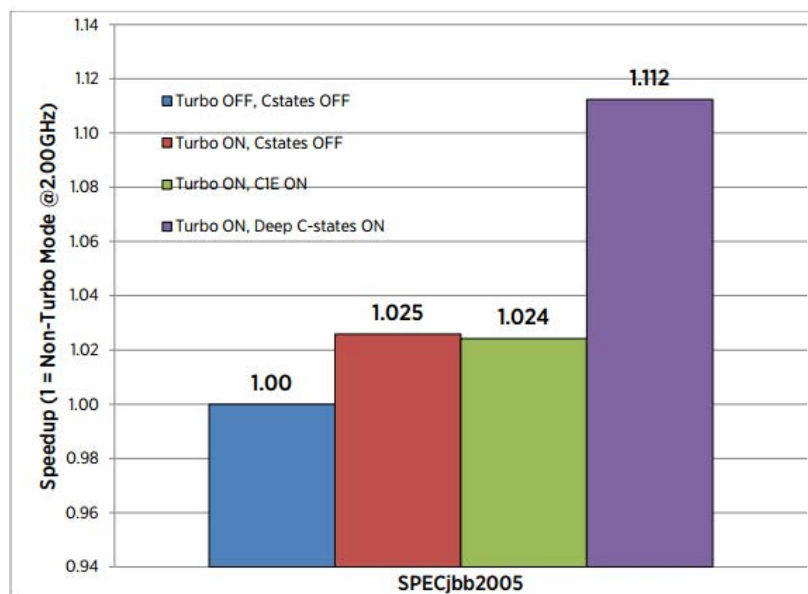
In geval van CPM, werken meerdere servers samen om een hoeveelheid werk te verzetten. Afhankelijk van de werkdruk wordt het aantal benodigde actieve servers bepaald, bij lage werklast zijn minder servers actief dan bij een hoge werklast en is het energieverbruik van het totale cluster navenant lager.

HPM is gericht op het proportioneel maken van energie gebruik en werkdruk van een enkele server. Moderne servers kennen een groot aantal zogenaamde *power states*, toestanden waarin delen van de server minder snel werken (P-states) en/of in verschillende slaapstanden worden gebracht of zelfs uit worden geschakeld (C-states). Zoals ook bij cluster power management zal het verbruik van de server bij gebruik van powermanagement dus dalen bij lage werkdruk.

Het uitzetten of vertragen van bijvoorbeeld de CPU's van de servers, wordt alleen dan gedaan als de werklast dat toestaat. In de regel heeft power management weinig invloed op de waargenomen prestaties van een server.

De relatie tussen server prestaties en power management is al lang onderwerp van studie. In 2013 is, vanwege het uitkomen van vSphere 5.5, door VMware onderzoek gedaan naar o.a. de invloed van C-states (slaaptoestand van CPU's, onderdeel van een gemiddeld sterk power management profiel). vSphere 5.6 was de eerste versie van vSphere, die naast de ACPI P-states ook de C-states is gaan gebruiken. De resultaten zijn gepubliceerd in een zogenaamde "white paper" (VMware, 2013).

Host Power Management in VMware vSphere 5.5

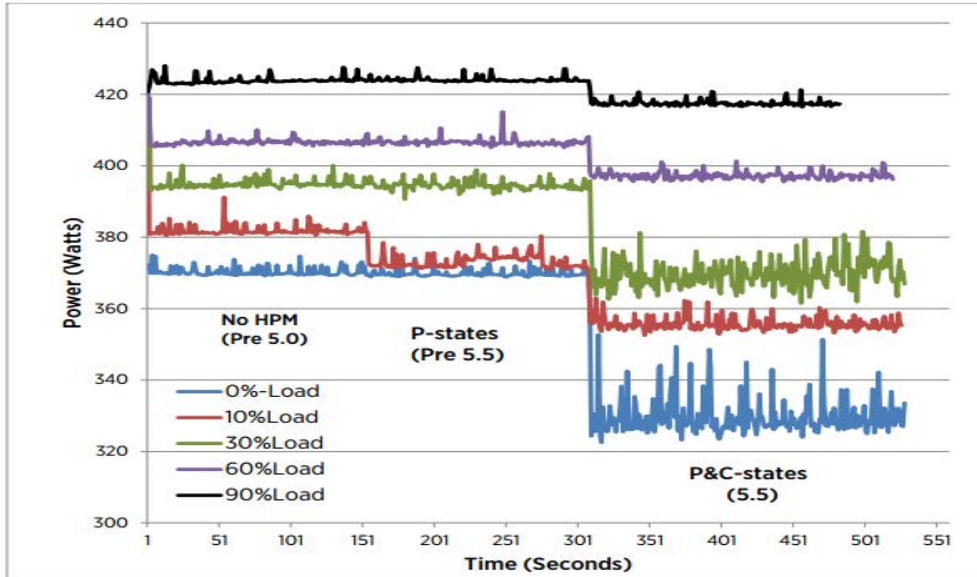


Afbeelding 2 HPM in vSphere 5.5

Bovenstaande grafiek geeft aan dat in dit geval er een prestatieverbetering geassocieerd kan worden door het gebruik van het power management, door het gebruik van C-states. Op de Y-as is het prestatieverschil af te lezen van een processor met C-state ("off" = 1.025 en "on" = 1.112). Door de verminderde warmteafgifte van deze 'slapende' processoronderdelen nemen de piekprestaties toe.

Hoe het stroomgebruik van een server daalt met dalende werklast wordt aangetoond in hetzelfde VMware white paper met onderstaande grafiek. De verhouding tussen maximaal verbruik met en zonder HPM, is afhankelijk van de belasting van een server. Anders dan in oudere server types en ook zonder het aanzetten van HPM, houdt het moderne server energieverbruik trend met de werklast. Deze relatie is echter sterker mét HPM.

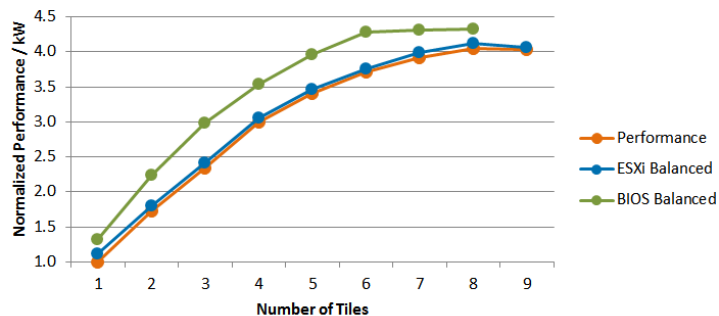
**Host Power Management
in VMware vSphere 5.5**



Afbeelding 3 HPM in vSphere 5.5 (states)

In een eerdere blog van VMware is het effect van HPM op de energie efficiëntie uitgezet (VMware, 2013). In onderstaande grafiek wordt getoond dat met een ‘Gebalanceerde’ in plaats van een ‘Performante’ BIOS-instelling, 20% energiebesparing wordt gerealiseerd. Als de vraag naar het aantal prestaties laag is (bijvoorbeeld buiten werktijd) is het verschil het hoogst.

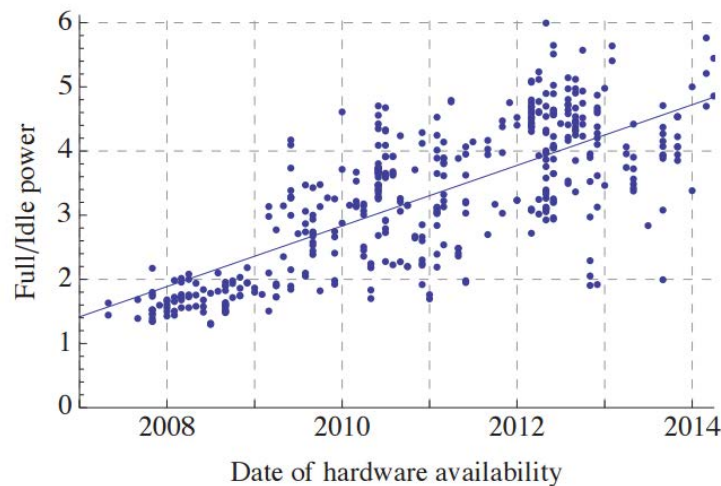
**Effects of Power Management
on Energy Efficiency**



Afbeelding 4 Illustratie van toename energie efficiëntie power management van IBM-server in VMware 5.1 omgeving

<https://blogs.vmware.com/performance/2013/05/power-management-and-performance-in-esxi-5-1.html>

Wat in eerder genoemd white paper opvalt, is het relatief kleine verschil in vermogensvraag tussen 0%, zogenaamd “idle”, werklast en zeer zware 90% werklast ook met HPM. Dit verschil in verbruik is erg afhankelijk van het type server en uit het onderzoek *Interplay of Power Management at Core and Server Level* (Jorg Lenhardt, 2016 vol 10, no1) is volgende grafiek overgenomen die duidelijk maakt dat er nog steeds vorderingen worden gemaakt die het effect van power management versterken:



Afbeelding 5 Effect power management in de tijd

Bovenstaande grafiek geeft de verhouding tussen vermogensvraag onder heel lage werklast, “idle”, en maximaal belast als functie van de datum waarop de server op de markt is gekomen. De invloed van de leeftijd van een server op de beschikbare rekenkracht per Watt (efficiëntie) wordt elders in dit document besproken, maar behalve meer efficiëntie onder hoge werkdruk, leveren moderne servers dus ook meer proportionaliteit tussen werkdruk en vermogensvraag.

Het kwalitatieve effect van power management op het server energiegebruik is in een groot aantal onderzoeken wel bewezen. Echter, gezien het brede spectrum aan invloeden op hoeveelheid van de mogelijke energiebesparing, is voor het Greenserve onderzoek additioneel onderzoek uitgevoerd.

In praktijkonderzoek naar het gebruik van powermanagement, bij 13 organisaties een met zeer verschillende ICT-behoefte, waren 4 organisaties bereid geweest de daadwerkelijke de invloed van power management in de productie omgeving te meten, door deze functionaliteit binnen de productie omgevingen ‘aan’ en ‘uit’ te zetten.

De onderzoeken worden in *Bijlage: Power Management, Participanten* verder toegelicht, op verzoek van de participanten zijn de firma namen echter weggelaten (de firma namen zullen onder geheimhoudingsverklaring aan de opdrachtgever worden verstrekt). Een aantal van deze onderzoeken zijn al eerder door Certios uitgevoerd en voor dit onderzoek aangewend.

Tabel 1 samenvatting onderzoek gebruik power management

Onderzoek	Onderzoek periode	Aantallen servers Groot: >500 Middel: 100 – 500 Klein: <100	HPM-setting	Score HPM-setting (max)	Gemeten effect van “Balanced” HPM
VMware	2013	--	--	--	20%
Surf	2016	Groot	Performance	0 (10)	20%
Participant A	Eerste helft 2015	Klein (30)	Balanced	1 (1)	--
Participant B	Eerste helft 2015	Klein (6)	Performance	0 (1)	--

Participant C	Eerste 2015	helft	Groot (>1000)	2/3 Performance 1/3 Balanced	3,3 (10)	33%
Participant D	Eerste 2015	helft	Groot	70% Performance 30% Balanced	3 (10)	23%
Participant E	Eerste 2015	helft	Klein (32)	Performance	0 (1)	28%
Participant F	Eerste 2015	helft	Klein (10)	Balanced	1 (1)	--
Participant G	Eerste 2015	helft	Klein (6)	Balanced	1 (1)	--
Participant H	Eerste 2016	helft	Middel (60)	Balanced	5 (5)	
Participant I	Eerste 2016	helft	Klein (12)	40% Performance 60% Balanced	0,6 (1)	--
Participant J	Eerste 2016	helft	Klein	Performance	0 (1)	--
Participant K	Eerste 2017	helft	Groot	Performance	0 (10)	--
Participant L	Eerste 2017	helft	Middel	Performance	0 (5)	-
Participant M	Eerste 2017	helft	Groot	Performance	0 (10)	-

De inzet van powermanagement zal worden uitgewerkt in de berekening van het besparingspotentieel (deelvraag 7), maar uit de metingen bij de verschillende organisaties is duidelijk geworden dat in de praktijk de besparing door de inzet van een 'Balanced' profiel altijd 20% of meer bedraagt.

Voor de verdere berekeningen zal dan ook de waargenomen ondergrens van 20% worden gebruikt.

Ondanks deze makkelijk bereikbare besparing valt het gebruik van de powersafe modes tegen. Door het toekennen van relatieve gewichten aan de categorieën,

Tabel 2 gewichten aan de onderzochte organisaties

Aantallen servers	Gewicht
Klein	1
Middel	5
Groot	10

is aan Tabel 1 een power management use-score toegevoegd, door voor iedere organisatie het percentage 'balanced' met het gewicht te vermenigvuldigen. De som van deze scores gedeeld door de maximaal haalbare score geeft dan het percentage aan inzet van HPM over servers in Nederland;

$$14,9 / 67 = 22,2\%$$

Gezien de foutmarge in deze berekening die door naast de power management settings ook door de gewichten toekenning sterk wordt beïnvloed, zullen wij dit aantal afronden op 20% voor alle verdere berekeningen.

Er valt dus, door het kiezen van een juiste instelling, energie te besparen. Door af te stappen van 'Performance' zal de hardware zich in energieverbruik naar een lager niveau brengen. Het hardnekkige

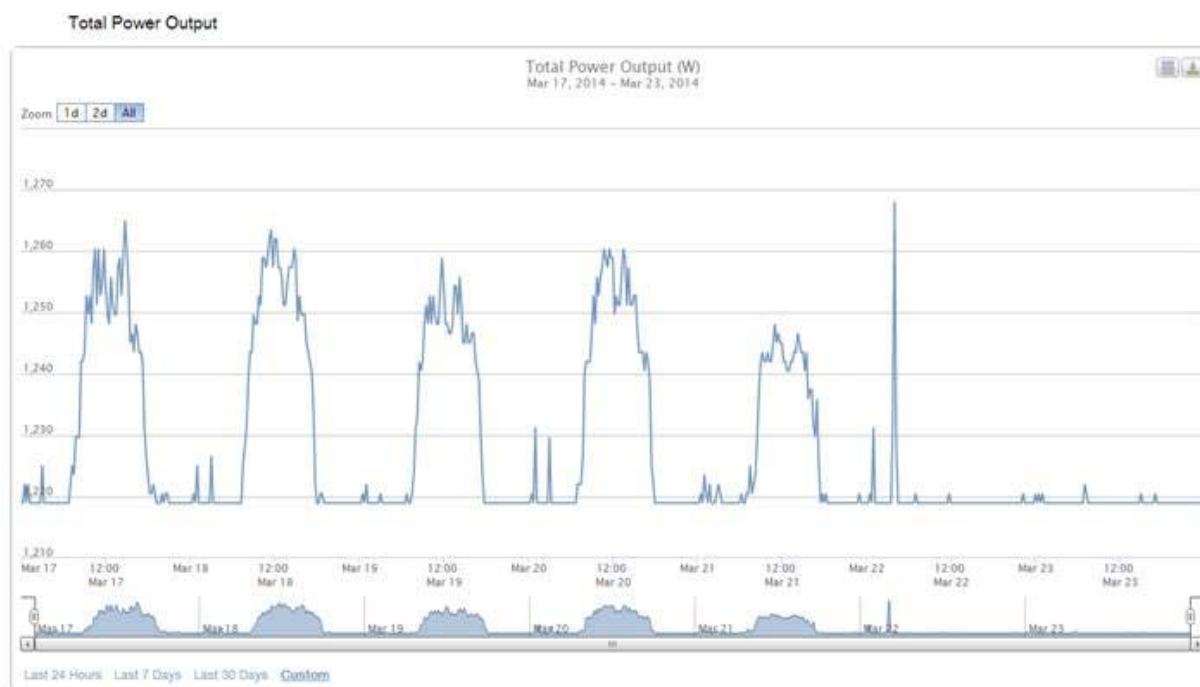
idee dat dit dan ook meteen een 'lagere prestatie' van de hardware geeft, is de reden dat in de praktijk de besparende instelling(en) niet worden gebruikt.

Alhoewel het waar is dat de power managementinstellingen de maximaal door de server leverbare presentatie kan verlagen, tonen alle onderzoeken aan dat deze maximale prestatie nooit van een server gevraagd wordt.

Een tweede issue is dat in interviews aangegeven wordt dat bepaalde applicaties niet goed samengaan met een energiezuiniger instelling van de server(s). Bij problemen met een applicatie en in de zoektocht naar een oplossing van een dergelijk probleem vraagt een helpdesk volgens het script of de power managementinstellingen wel uit staan; hiermee wordt het idee verder verspreid dat een zuinige afstelling van een server niet altijd een goed idee is.

Energiebesparing

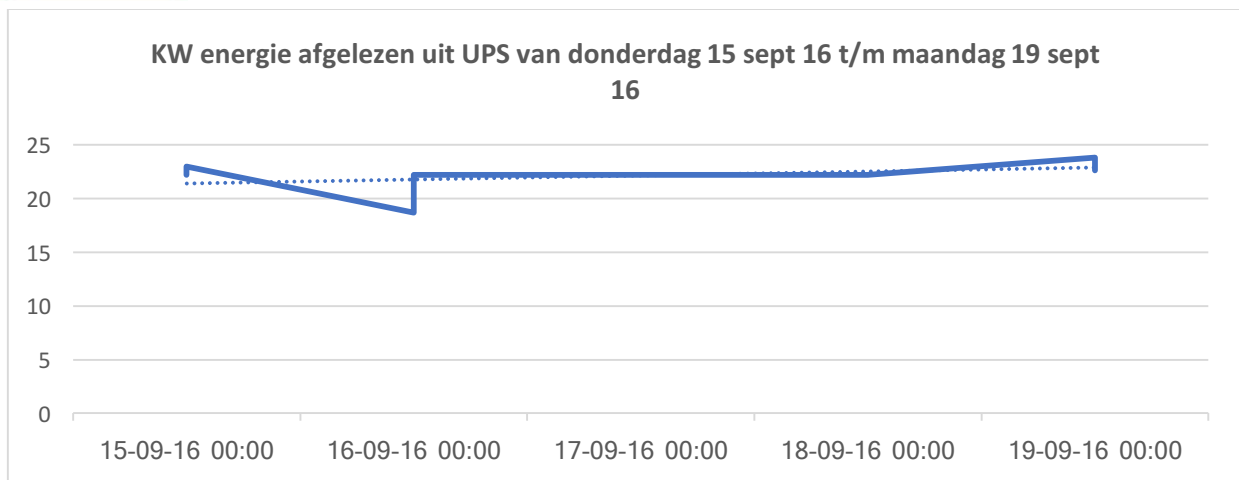
Een normale organisatie heeft een wisselende IT-vraag.



Afbeelding 6 Vermogensvraag gedurende 1 week van de server systemen van de Gemeente A

Wanneer de IT-omgeving in energiegebruik met deze golf meedeint, is dat qua energie efficiëntie beter dan dat het steeds op een hoog en ongevraagd maximaal niveau blijft doorpresteren, met een bijbehorende vraag naar koeling.

Een volgende illustratie (Afbeelding 7) komt uit metingen (14 momenten in een werkweek en een weekend in september 2016) welke zijn verricht in een klein datacenter van een Waterschap. Het illustreert wat het energieverbruik is van fysieke servers gedurende zowel de werkweek (hogere belasting), als in het weekend. Zonder power management is dit verbruik nagenoeg gelijk over de hele periode.



Afbeelding 7 aangewend vermogen gedurende werkweek en weekend zonder power management

Deelvraag 6

Wat is de samenhang tussen de leeftijd van IT-hardware en energieverbruik?

Afbeelding 5 uit Deelvraag 5 geeft al aan dat het effect van power management op het energiegebruik groter is in nieuwere apparatuur, dit is echter niet het enige effect. Zoals eerder gesteld, de efficiëntie van dataverwerking en dataopslag verdubbelt iedere 1,6 jaar. Dit heeft als consequentie dat het werk waarvoor 4 servers van iets meer dan 3 jaar oud worden belast, ook door 1 nieuwe kan worden verricht tegen een kwart van de energiekosten (Harryvan, 2014).

Voorbeeld uitgewerkt voor een Waterschap:

CMDB

Merk	Type	Datum	Cores	GHz	TotVerm	RAM
HP	HP Proliant DL380 G6	9-12-09	8	2,7	21,6	36
HP	HP Proliant DL380 G6	9-12-09	8	2,7	21,6	36
HP	HP Proliant DL380 G7	29-03-10	12	2,7	32,4	208
HP	HP Proliant DL380 G7	26-03-09	12	2,7	32,4	208
HP	HP Proliant DL380 G7	17-11-10	12	2,7	32,4	110
HP	HP Proliant DL380 G7	20-09-11	12	2,7	32,4	208
HP	HP Proliant DL380 G7	22-11-10	12	2,7	32,4	110
HP	HP Proliant DL380 G7	12-08-11	12	2,7	32,4	110
HP	HP Proliant DL380 G7	20-09-11	12	2,7	32,4	208
HP	HP Proliant DL380 G7	22-11-10	12	2,7	32,4	110
HP	HP Proliant DL380 G7	17-11-10	12	2,7	32,4	110
HP	HP Proliant DL380 G7	8-03-13	12	2,4	28,8	320
HP	HP Proliant DL380 G7	20-09-11	12	2,7	32,4	208
HP	HP Proliant DL380 G7	12-08-11	12	2,7	32,4	110
HP	HP Proliant DL380 G7	17-11-10	12	2,7	32,4	110
HP	HP Proliant DL380 G7	20-09-11	12	2,7	32,4	208
HP	HP Proliant DL380 G7	29-03-10	12	2,7	32,4	208
HP	HP Proliant DL380 G7	12-08-11	12	2,7	32,4	110
HP	HP Proliant DL380 G8	24-01-14	12	2,4	28,8	320
HP	HP Proliant DL380 G8	7-01-14	12	2,5	30	114
HP	HP Proliant DL380 G8	18-01-13	12	2,4	28,8	320
HP	HP Proliant DL380 G8	18-01-13	12	2,4	28,8	320
HP	HP Proliant DL380 G8	8-03-13	12	2,4	28,8	320
HP	HP Proliant DL380 G8	30-06-14	12	2,4	28,8	320
HP	HP Proliant DL380 G8	18-01-13	12	2,4	28,8	320
HP	HP Proliant DL380 G8	18-01-13	12	2,4	28,8	320
HP	HP Proliant DL380 G8	12-12-13	12	2,5	30	114
HP	HP Proliant DL380 G8	24-01-14	12	2,4	28,8	320
			328		848,4	5516

Afbeelding 8 Afbeelding uit presentatie verbeteringsmogelijkheden door vervanging IT-hardware bij Waterschap.



Er zijn in dit kleine datacenter 28 fysieke servers aanwezig. Wanneer deze worden vervangen door 4 nieuwe fysieke servers, levert dit jaarlijks een besparing op van 61 MWh (6.625 KWh-1.568 KWh *12 maanden). Dat resultaat had ook al eerder behaald kunnen worden wanneer elke 1,6 jaar het serverpark zou zijn vernieuwd. Als iedere 2 jaar de IT-hardware zou zijn vervangen in plaats van een gemiddelde server leeftijd van 4 jaar te realiseren, zou 2 jaar geleden ongeveer de helft van dat resultaat al kunnen zijn behaald, en dat gedurende de 2 achterliggende jaren; een gemiste besparingskans van 61, besparing op koeling, onderhoud van het aantal servers, onderhoudscontracten, server gebonden licenties, ruimtebeslag, etc.

De winst van deze energiebesparing alleen kan de aanschaf van nieuwe servers iedere 2 jaar niet geheel rechtvaardigen. Andere besparingen zijn echter te vinden in een toenemende prestatie van de nieuwe servers.

De invloed van aanschafkosten bij vervanging

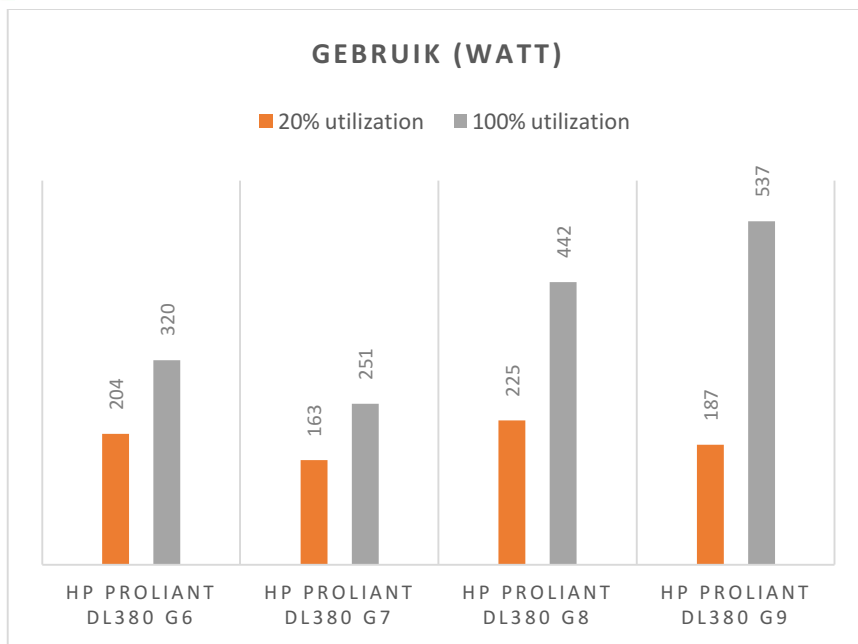
De prijs van een server is sterk afhankelijk van de uitvoering en het merk. De aanschafkosten van een server vallen echter al gauw in het niet bij de kosten van het gebruik van energie, koeling, onderhoud, licenties en contracten. Qua prestatie kunnen 2 servers uit 2014 servers hetzelfde wat 4-5 servers uit 2012 servers kunnen presteren:

Tabel 3 Vergelijking 2012 en 2014 server (SPECpower)

Waterschap	HP Proliant G8 (2012)	HP Proliant G9 (2014)
Prestatie in: ssj_ops/watt	3.180	10.118
Verbruik 100%	442 W	537 W
Verbeteringsfactor	1	2,6

Een moderne server (<2 jaar oud) kan de werklast van 2,6 servers overnemen van 4 jaar oud. Stel de norm voor vervanging gaat naar 2 jaar i.p.v. de gebruikelijke afschrijftermijn van ± 4 jaar (zie Deelvraag 7) dan kunnen zonder probleem 5 van de oudere servers (G7 en G8 uit bovenstaande CMDDB) vervangen worden door 1 moderne. De moderne fysieke servers consumeren onder normaal last nauwelijks meer energie dan oudere en gaan slimmer om met energiegebruik wanneer de vraag afwezig is (zie Afbeelding 9).

In een dergelijke situaties is 75-80% energiebesparing door versnelde vervanging van IT-servers te realiseren.



Afbeelding 9 Nieuwere generaties servers verbruiken minder vermogen wanneer ze minder worden gebruikt

Deelvraag 7

Wat is de gemiddelde leeftijd van een server in gebruik?

Server installed base and shipment data provided by IDC was also used to determine the approximate lifetime of servers. Observation of data showed that for any given year, the number of servers in the installed base was more than the sum of the previous 4 years' shipments, but less than the previous 5. The exact portion of the 5th year's shipments that were still in the installed base was found using Equation 1. For 2006-2020, this portion averaged 0.4, with very little deviation, indicating an **approximate server lifetime of 4.4 years**. This value was later used during storage and network installed base calculations based on a report from The Green Grid, which estimates that servers, storage, and network equipment all have a lifetime of 3-5 years.¹⁴

Afbeelding 10 Teksts uit "United States Data Center Energy Usage Report" (Shehabi, 2016)

Van twee verschillende private datacenters zijn de leeftijden in het server park geanalyseerd, een bij een Waterschap en de ander bij een grote petrochemische organisatie.

- Waterschap

Gemiddeld 5,12 jaar ouderdom van servers (zie rechterkolom in Afbeelding 11, in server park (28 fysieke servers). Deze publieke organisatie is zondermeer vooruitstrevend in de ICT-strategie en geldt als koploper in innovatieve ICT-toepassingen binnen een eveneens bekeken aantal andere Waterschappen in de directe omgeving:

Sub	Aanschafdatum	Aankoopbedrag	Datum / tijd van wijziging	30-01-17 ouderdom
fysiek	2009-12-9 0:00	0,00	2014-1-8 9:59	7,15
fysiek	2009-12-9 0:00	0,00	2014-1-8 10:00	7,15
fysiek		0,00	2013-5-31 11:30	6,85
fysiek	2007-3-16 0:00	0,00	2014-1-8 10:08	7,85
fysiek	2010-11-16 0:00	0,00	2012-2-27 9:06	6,21
fysiek	2011-9-16 0:00	0,00	2013-5-31 12:01	5,37
fysiek	2010-11-22 0:00	0,00	2012-2-27 9:05	6,19
fysiek	2011-7-27 0:00	0,00	2012-2-27 9:04	5,47
fysiek	2011-9-16 0:00	0,00	2012-2-27 9:09	5,37
fysiek	2010-11-22 0:00	0,00	2012-2-27 9:05	6,19
fysiek	2010-11-16 0:00	0,00	2013-5-31 11:59	6,21
fysiek	2013-3-8 0:00	22699,37	2013-5-31 12:10	3,90
fysiek	2011-9-16 0:00	0,00	2013-5-31 12:02	5,37
fysiek	2011-7-27 0:00	0,00	2013-5-31 11:27	5,47
fysiek	2010-11-16 0:00	0,00	2013-5-31 12:00	6,21
fysiek	2011-9-16 0:00	0,00	2012-2-27 9:10	5,37
fysiek		0,00	2013-5-31 11:29	6,85
fysiek	2011-7-27 0:00	0,00	2013-5-31 12:01	5,47
fysiek	2009-12-9 0:00	0,00	2014-1-24 15:42	3,02
fysiek	2013-11-12 0:00	14102,79	2014-1-24 15:07	3,06
fysiek	2012-10-23 0:00	11100,54	2014-5-26 9:04	4,03
fysiek	2012-10-23 0:00	11100,54	2014-5-26 9:04	4,03
fysiek	2013-3-8 0:00	22699,37	2014-5-26 9:05	3,90
fysiek		0,00	2014-6-30 15:32	2,59
fysiek	2012-10-23 0:00	11100,54	2014-5-26 9:05	4,03
fysiek	2012-10-23 0:00	11100,54	2014-5-26 9:05	4,03
fysiek	2013-11-12 0:00	14102,79	2014-1-24 15:07	3,14
fysiek		0,00	2014-1-24 15:42	3,82
			gem leeftijd	5,12

Afbeelding 11 Illustratie leeftijdsverdeling uit uitdraai CMDB van Waterschap

- Petrochemische organisatie:

Gemiddeld 3,8 jaar ouderdom van servers, in server park (121 fysieke servers). Van 20% van de servers was in de CDMB onvoldoende data om de leeftijd van de server te kunnen bepalen. Het vermoeden bestaat dat dit juist om de oudere servers gaat die de gemiddelde ouderdom nog verder zal kunnen doen stijgen. Deze organisatie is gestart met vervangen van een groot aantal zaken (UPS, generator, koeling) door milieuvriendelijker apparatuur (vb. vrije koeling door middel van het gebruiken van de koeling vanuit een grote, nabije blusvijver), heeft zich gecommitteerd aan de EU Code of Conduct for Energy Efficient Data Centres als Participant, en heeft zich aan de hand van de Data Centre Alliance (www.datacentrealliance.org) methodiek laten certificeren; met als doel een intern een goed communiceerbare, sterke vernieuwing van het datacenter neer te zetten.

In de meeste beschrijvingen van afschrijvingstermijnen van IT-hardware in organisaties van uiteenlopende soort, zien we vrijwel altijd termijnen terugkomen van 3 tot 5 jaar. Toch zit het werkelijke gemiddelde van de serverleeftijd eerder richting de 5 dan de 3 jaar ouderdom. Zowel in de theorie als in de praktijk kunnen we het volgende aannemen, een gemiddelde serverleeftijd van rond de 4 jaar oud is een veilige aanname.

Deelvraag 8

Wat kan worden bespaard ('marktpotentieel') wanneer power management wordt gebruikt en de leeftijd van IT-hardware omlaag?

Met de resultaten van de voorgaande deelvragen kan een berekening worden gemaakt van het 'marktpotentieel' van power management en tevens een ruwe inschatting het effect van versnelde server vervanging;

De volgende input gegevens, die door de beantwoording van de verschillende deelvragen zijn verzameld, worden voor de berekeningen gebruikt.

- Het totaal van direct aan servers toewijsbaar energieverbruik 2017 in commerciële en private datacentra is 2,8 TWh;
- Het directe effect van Host Power management is 20% energie vermindering;
- Het percentage van servers dat op 'performance' staat ingesteld is 80%.

Daar de berekening om het 'potentieel' draait, worden in de berekening alle servers meegenomen die momenteel nog op 'performance' staan. Hiermee komt het totale potentieel van HPM op:

$$2,8 \text{ TWh} \times 80\% \times 20\% = 0,45 \text{ TWh (per jaar)}$$

Een schatting van het potentieel van een verkorte economische levensduur van server apparatuur is sterk afhankelijk van o.a. belasting graden. Naar deze gemiddelde belasting graden is wel enig onderzoek gedaan waarnaar in dit rapport ook is verwezen. De twee uitgewerkte klant casussen gaven echter een praktijk getal:

- Vervanging van servers na 2 jaar in plaats van na 4 jaar levert een energiebesparing op van 75%.

Dit potentieel zou op basis van het verbeterde energieverbruiksgegevens van 2,35 TWh nog altijd 1,76 TWh bedragen. Het potentieel van deze vroegtijdige vervanging verdient echter nader onderzoek. Niet alleen de lokale energiebesparing, maar ook de voor de productie noodzakelijke energie en de bestemming van de vervangen apparatuur dient hierin te worden meegenomen.

Overzicht marktpotentieel

Concluderend kunnen we dus op basis van dit onderzoek stellen dat er door het beter benutten van IT-hardware het volgende in Nederland te besparen

- 0,45 TWh door Host Power Management
- 1,76 TWh door een versnelde vervanging van verouderde apparatuur, te nuanceren door nader onderzoek.

Data t.b.v. factsheet energiebesparing bij servers

Al eerder werd gesteld dat er in de praktijk geen verschil valt op te tekenen in het energiebesparingspotentieel t.b.v. klanten van datacentra en organisaties met een eigen datacenter. De wijze waarop deze besparingen precies moeten en kunnen worden gerealiseerd geeft wel verschillen. Deze verschillen vallen buiten de scope van het onderzoek maar een aantal opmerkingen over deze verschillen willen we hier maken.

Tabel 4 GreenServe aspecten en verschillende datacenter omgevingen

Aspect	Eigen datacenter	Extern datacenter	Cloud ¹
Tijdige IT-hardware vervanging	Eigen regie	Eigen regie	Buiten zicht
Verhogen benutting IT-hardware	Eigen regie	Eigen regie	Buiten zicht, het in de Cloud brengen van IT-werk, belooft de hardware benutting te verhogen.

¹ Er zijn vele hybride variaties die hier niet in detail zijn uitgewerkt, we hebben ons hier beperkt tot archetypen.

Beperkingen implementatie en volledige benutting van het bezuinigingspotentieel.	Geen	Afhankelijk van Op- en afschaalmogelijkheden, contracten, SLA's, lange termijn afspraken.	Zeer geringe invloed vanuit klant, veel beperkingen, verantwoordelijkheid provider en datacenter.
Zichtbaarheid van implementatie succes.	Volledig	Afhankelijk van Op- en afschaalmogelijkheden, contracten, SLA's, lange termijn afspraken.	Niet.
CO₂, kostenvoordelen en compliancy toerekenbaarheid aan eigenaar.	Volledig	Afhankelijk van Op- en afschaalmogelijkheden, contracten, SLA's, lange termijn afspraken.	Nauwelijks.

Voor de implementatie van een betere IT-hardware benutting en het tijdiger vernieuwen van een IT-hardware omgeving, kunnen organisaties met een eigen datacenter het makkelijkst veranderingen doorvoeren. Voor een hosting omgeving in een extern datacenter geldt vrijwel hetzelfde, mits de afspraken tussen de eigenaar van de hardware en de datacenter operator goed zijn. Er zijn voorbeelden van afspraken van een minimaal en maximaal aantal KWh per rackaansluiting. Dit zou het benutten van de voordelen kunnen hinderen. Ook de relatie tussen energiebesparing, CO₂-besparing en compliance (Milieuwet) kan in beide gevallen kan verschillend worden ervaren.

Overdenkingen

Het is spannend welk deel van het berekende en ingeschatte besparingspotentieel daadwerkelijk zal worden benut. In de praktijk komen we een aantal zaken tegen die illustratief zijn voor enige reserve.

Analoog aan de mogelijkheden van Power Management die server fabrikanten ter beschikking stellen, hebben alle grote UPS-leveranciers al jaren een 'ECO-mode' op hun UPS zitten waarmee tot $\pm 2\%$ extra efficiëntie gehaald kan worden. Deze efficiëntie-winst vertaalt zich in 2% energiebesparing op de totaal door de UPS geleverde energie (Rasmussen, 2014). Het is de ervaring van een UPS-leverancier die wij begin 2017 interviewden, dat vrijwel niemand de UPS in ECO-mode laat draaien (in hun jarenlange ervaring kenden de geïnterviewden slechts 2 gevallen). ECO-mode kent een zeer beperkt extra risico (Rasmussen, 2014). De verklaring voor het minimale gebruik lijkt voornamelijk de perceptie en de onbekendheid met de betrouwbaarheid van de ECO-mode, gekoppeld met een vrees voor complexiteit. Voor een 'beetje' datacenter, met een IT verbruik van 1MW, is 2% per jaar een potentieel van ongeveer 175 MWh, (15-20.000 EUR) op jaarbasis.

De datacenter praktijk is voorzichtig in het uitvoeren van experimenten en het nemen van maatregelen die energie kunnen besparen. Er is extreem veel aandacht voor continuïteit en iedere verandering betekent ook een verstoring. Pragmatische uitspraken als: "if it ain't broke, don't fix it" en variaties van dergelijke wijsheden, bieden veel datacenter managers voldoende houvast om een goed draaiend datacenter niet te willen verstoren. Dat maakt experimenteren met energiebesparing in het datacenter een soms een moeilijk verhaal.

Er zal meer geïnvesteerd moeten worden om de beslissers duidelijk te maken dat het de moeite waard is om naar energiebesparing in het datacenter te blijven kijken.

1. Bijlage: Opmerking waarde IT-energieverbruik servers

Bepaalde aannames spreken elkaar tegen. Het is goed om die aannames naast elkaar te zetten, om inzicht te krijgen in de complexiteit van de materie, en om vast te stellen welke waarde aan de in het onderzoek genoemde getallen te hechten valt. De schattingen van het energieverbruik door ICT-apparatuur in 2017 in de USA in dit rapport (Shehabi, 2016) zijn, zonder correctie voor PUE, dus inclusief het verbruik van de randapparatuur.

- 32 TWh voor servers
- 8 TWh voor storage
- 1,5 TWh voor networking

Dit zou resulteren in een server energiegebruikpercentage van 77%, en niet de eerdergenoemde (Afman & Scholten, 2016) 67% gezien de kwaliteit van de data kan onzes inziens beter de 77% worden aangehouden.

Dat er in Amerika “slechts” 32 TWh/jaar voor servers wordt verbruikt lijkt gezien de Nederlandse schatting aan de lage kant, dan wel de schattingen aan de Nederlandse zijde (2 TWh zonder PUE-correctie) zijn aan de hoge kant.

Nederland zou ongeveer 1% van de wereldmarkt aan ICT verbruiken. Amerika ongeveer 1/3. Combinatie van de getallen zou suggereren dat Nederland ongeveer 1 TWh aan server energieverbruik zou moeten hebben. De foutmarges in de getallen en de aannames die overal worden gebruikt geven echter zoveel onzekerheid dat we de eerdergenoemde 2 TWh voor de verdere berekeningen kunnen handhaven.

Serverbelastingsgraad

Het energiegebruik van een server stijgt naarmate de belasting hoger is. Traditioneel draait een server op een gemiddelde belasting van 5-15% (met af en toe een piek). Zwaarder belaste servers draaien gemiddeld tot wel boven de 60%, gevirtualiseerde servers daar weer boven. 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/Quocirca blijkt dat de gemiddelde benutting van een in-house server in 2011 en 2012 nu ongeveer 35% is (Oracle, 2013).

Uit het datacenter report 2016 (Shehabi, 2016) komen de volgende aannames voor utilisation rates:

Tabel 5 Space type en utilisation rates

Space Type	2000-2010	2020
Internal	10%	15%
Service Provider	20%	25%
Hyperscale	45%	50%

Dit rapport toont aan dat door Specpower getoonde power flexibiliteit ook in de praktijk wordt gehaald. De berekeningen van energiegebruik zijn hier sterk van afhankelijk. Onze eigen observaties zijn lager, voor zowel power flexibiliteit als bezettingsgraad.

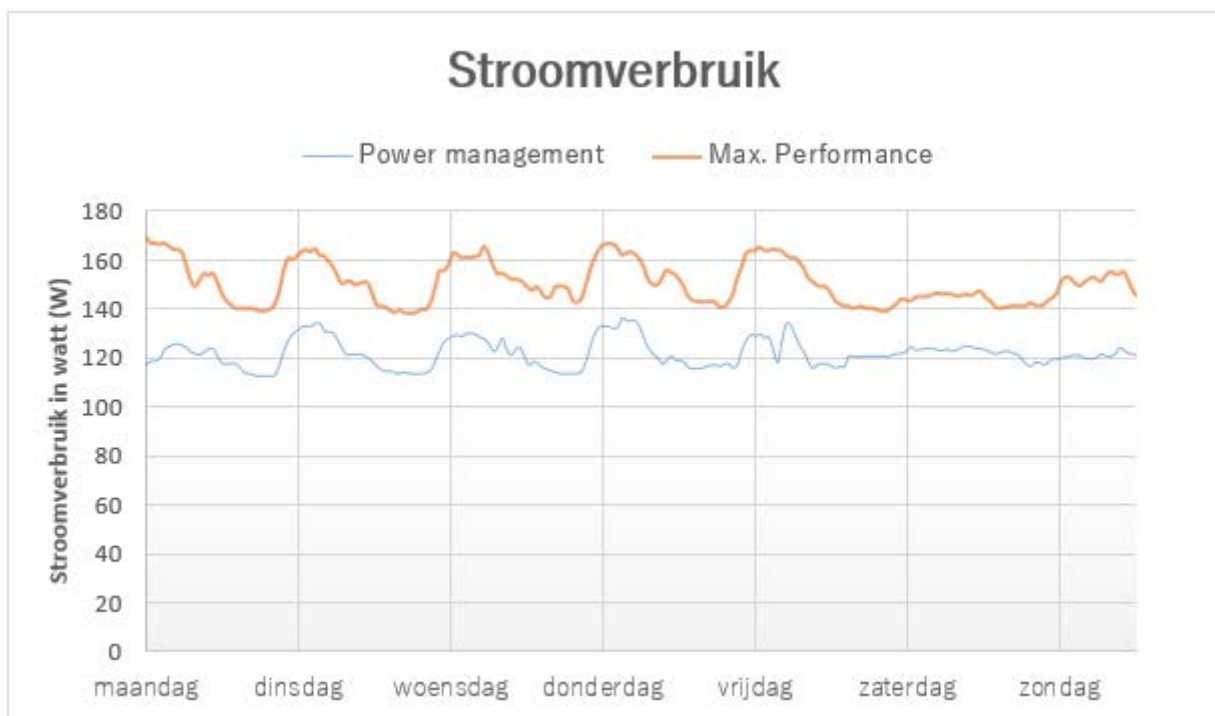
2. Bijlage: Power Management, SURFdrive

Diederik de Graaf, student System and Network Engineering aan de Hogeschool van Amsterdam, deed in 2015 onderzoek naar de servers van SURFdrive en ontdekte dat het energieverbruik omlaag kan met ongeveer 20% door de toepassing van host power management. [Case study: 20 procent energiebesparing dankzij simpele truc](#) (Surf, 2016).

In dit onderzoek zijn, in de productie omgeving van SURFdrive, twee instellingen van powermanagement gedurende ieder een week doorgemeten, Balanced en Performance.

Resultaten

Bij SURFdrive is het stroomverbruik van de servers die omgezet zijn naar Balanced Power Management gedaald met ongeveer 20%. Doordat de kloksnelheid omlaag gaat, gaat de utilisatie van de processor omhoog: deze steeg van gemiddeld 10% naar gemiddeld 20%. Pieken in de utilisatie stegen van 20% naar 30%, dus nog steeds een bescheiden deel van de maximumcapaciteit.



Het stroomverbruik van een webserver gedurende een week op Maximum Performance en Balanced Power Management. Op Maximum Performance staat de kloksnelheid statisch op de hoogste setting.

Verder van belang voor het Greenserve onderzoek zijn de opmerkingen dat de techniek al een tijd bestaat, maar verrassend weinig wordt gebruikt. Hoewel het in principe mogelijk is op elke server met een Intel- of AMD-processor (lees: allemaal), is het niet altijd even bekend. In datacenters wordt hier nog niet veel mee gedaan.

3. Bijlage: Power Management, Participanten

Power Management, Participant A

Participant A, is een te karakteriseren als een kleine Cloud provider. Op verzoek van Certios is in het kader van het Greenserve onderzoek een kleine inventarisatie gedaan. Doel van deze inventarisatie was om het aantal fysieke servers, hun belasting en Power Managementinstellingen te achterhalen.

Participant A heeft een eigen datacentrum waarin 30 HP GEN8 of GEN7 ml380 servers zijn opgesteld. Power management in al deze servers is “Balanced”, in HP-terminologie, “Dynamic Power Saving mode”

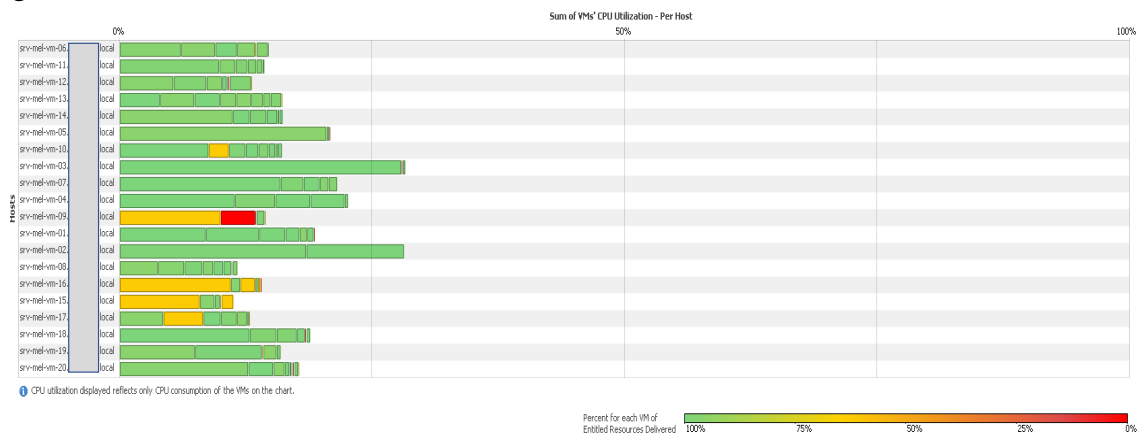
Power Regulator Settings

Power Regulator for ProLiant:

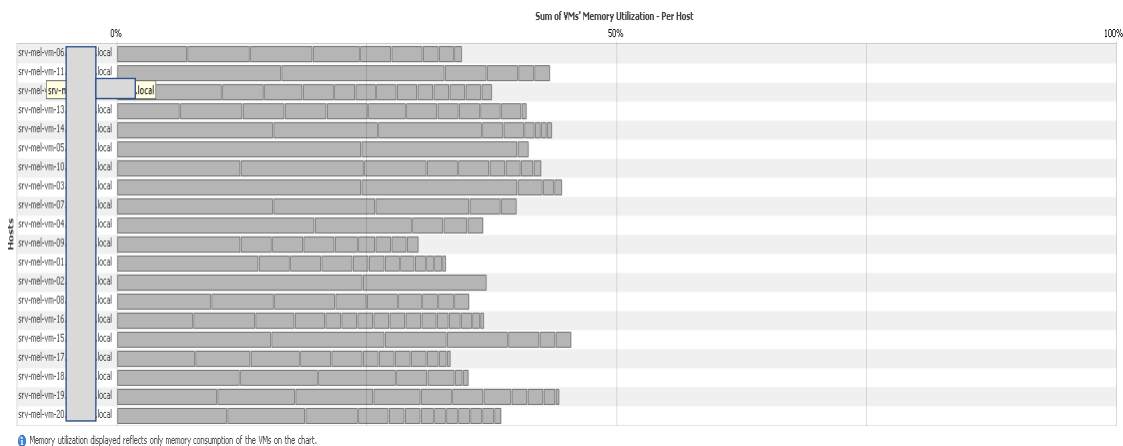
- HP Dynamic Power Savings Mode
- HP Static Low Power Mode
- HP Static High Performance Mode
- OS Control Mode

Afbeelding 12 HP Power settings (BIOS)

De hosts worden meest gebruikt als ESX hosts. Analyse van het ESX-cluster leverde onderstaande gegevens:



Afbeelding 13 CPU Usage Cluster [boven] RAM usage [Onder]



Afbeelding 14 RAM usage Cluster

In de afbeelding met CPU-belastingen is te zien dat slechts een klein gedeelte van de huidige capaciteit gebruikt wordt (15% tot 20%).

Het effect van HPM is niet gemeten daar de servers al op HPM Balanced mode staan. De gegevens laten wel duidelijk zien dat er in dit geval veel te verwachten is van Cluster power management. Ook op basis van geheugen gebruik zijn genoemde servers slechts licht belast.

Power Management, Participant B

Participant B is een kleine dienstverlener in de financiële sector.

De onderzoeksresultaten voor deze klant zijn zeer beperkt, er zijn op kantoor 6 fysieke servers (4 maal HP DL380 G7 en 2 maal HP DL380 G8), die allen in “performance” mode staan.

Power Regulator Settings

Power Regulator for ProLiant:

- HP Dynamic Power Savings Mode
- HP Static Low Power Mode
- HP Static High Performance Mode
- OS Control mode

Afbeelding 15 Power Regulator Setting illustratie

Power Management, Participant C

Participant C is onderdeel van een grote telecomprovider. De datacentra van deze provider bevatten meer dan 1000 servers, voor het onderzoek is echter alleen een geografisch gespreid VMware cluster bekeken. Het cluster bestaat uit 14 DL360p Gen 8 servers

Hardware	
Manufacturer	HP
Model	ProLiant DL360p Gen8
CPU	
CPU Cores	16 CPUs x 2,59 GHz
Processor Type	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2670 0 @ 2.60GHz
Sockets	2
Cores per Socket	8
Logical Processors	32
Hyperthreading	Active
Memory	
System	4.571,00 MB
Virtual Machines	388.610,00 MB
Service Console	0,00 MB
Capacity	393.181,00 MB

Afbeelding 16 Screenshot configuratie details

Bovenstaande screenshot geeft de configuratie details voor de bestudeerde omgeving.

4 van de 14 servers hebben het HPM-profiel op “Dynamic Power Saving mode” (DPS) staan, de rest staat op performance.

Door deze verschillen is het mogelijk om de invloed van de powersafe mode te achterhalen...

Tabel 6 Illustratie invloed Power Safe vs. Performance settings

VS	VM's actief	24 h average	Powersetting	% CPU	% RAM
vs* (passief)	0	120	HP Static High Performance	0	0
vs01	40	228	HP Static High Performance	26	58
vs02	38	211	HP Static High Performance	34	42
vs03	39	214	HP Static High Performance	18	35
vs04	31	206	HP Static High Performance	29	47
vs05	15	197	HP Static High Performance	8	28
vs06	40	215	HP Static High Performance	11	38
vs07	40	252	HP Static High Performance	53	40
vs08	4	170	HP Static High Performance	12	10
vs09	6	152	HP Static High Performance	2	23
vs10	7	125	HP Dynamic Power Saving	3	19
vs11	12	132	HP Dynamic Power Saving	8	24
vs12	13	119	HP Dynamic Power Saving	6	29
vs13	16	121	HP Dynamic Power Saving	1	22
vs14	11	136	HP Static High Performance	2	13

Bovenstaande tabel bevat meerder gegevens die voor Greenserve van belang zijn, ten eerste blijkt dat de 'Performance' modus in deze configuratie resulteert in 120 Watt (kolom 3, in groen), dit vermogen is in 'dynamic power save' (DPS) mode voldoende voor het draaien van een lichte server last.

Het tweede gegeven is dat dit cluster als geheel genomen maar een fractie van de totale beschikbare capaciteit benut.

Het laatste punt is het effect van power management bij deze geringe server bezetting. Geel gemarkeerd zijn VS05 en VS11. Deze vrijwel identiek belaste servers verschillen alleen in power management, dit resulteert in een verbruik van 197 Watt tegen 132 Watt een 33% besparing op het verbruik.

Power Management, Participant D

Participant D is een groot onderdeel van de Nederlandse overheid. De totale hoeveelheid ICT-middelen is zeer groot, de participerende onderzoekers hebben slechts zicht op een klein deel hiervan. In dit beperkte deel zijn steekproeven genomen om het aandeel van "Performance" en "Balanced" HPM-instellingen te achterhalen. Daarnaast zijn met test servers de invloeden van HPM op het "idle" verbruik en eventuele invloed op de maximale performance bekeken. De maximale performance is in dit geval getest met de throughput zoals die met het test tool Iperf gemeten kan worden.

In de onderstaande tabel zijn de waardes samengevat.

Tabel 7 HP ProLiant DL380 G7 - High Performance vs. Dynamic Power Saving Mode

HP DL380 G7	High Performance	Dynamic Power Saving Mode
Gemiddelde MB/s	413 MB/s	387 MB/s
Minimale verbruik	113 Watt	87 Watt

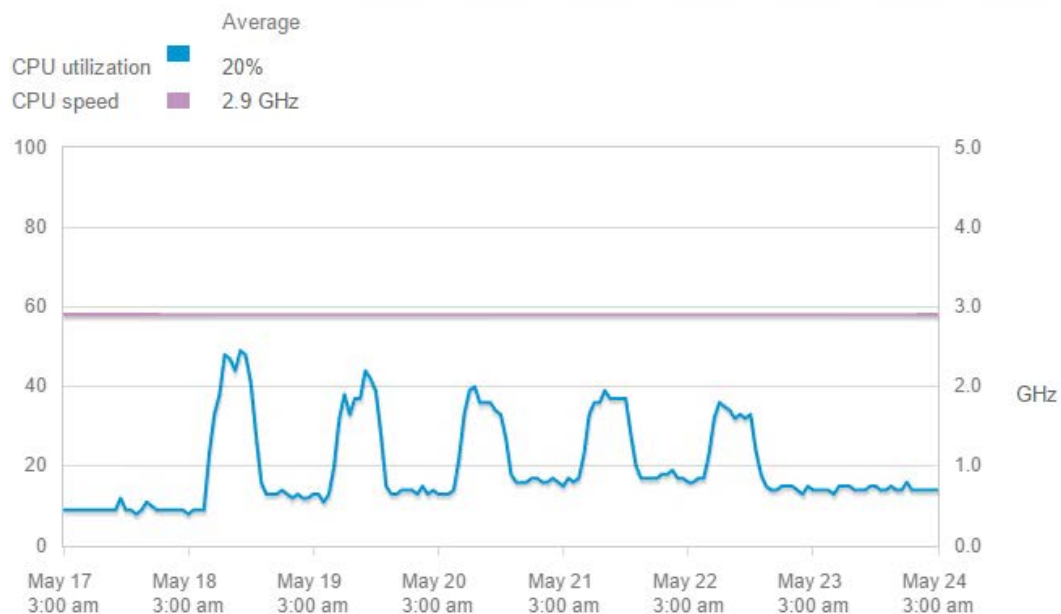
Maximaal verbruik	155 Watt	151 Watt
Middelpunt verbruik	134 Watt	119 Watt

Zoals verwacht is de invloed van HPM vooral zichtbaar in "idle", in deze onder belaste situatie bespaart HPM 23%.

Power management, Participant E

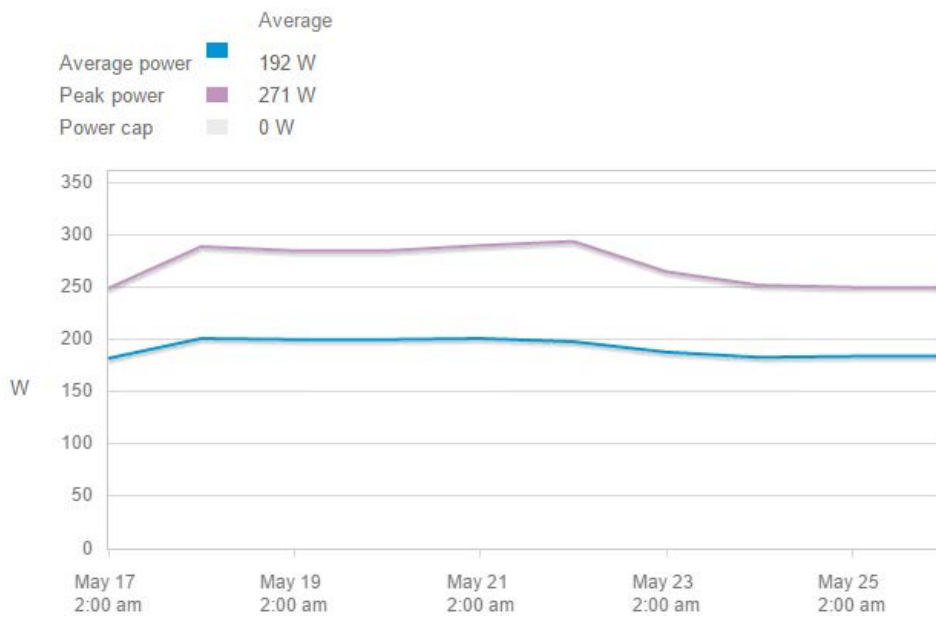
Participant E is een groot installatiebedrijf met meer dan 2.500 medewerkers.

De centrale ICT-omgeving staat in Nederland en bevat 32 fysieke blade servers waarover de werkdruk bestaande uit virtuele omgevingen gebalanceerd (gelijkmatig) is verdeeld. Uit het onderzoek volgt het gebruikelijke patroon van lage CPU-belasting maar forse geheugen belasting van gevirtualiseerde omgevingen. Het geheugen gebruik is statisch rond de 75% van de capaciteit, Het CPU-gebruik volgt onderstaande grafiek:



Afbeelding 17 Illustratie CPU-belasting patroon Installatiebedrijf

Helder is het dag/nacht weekend ritme; de servers zijn ruim 70% van de tijd sterk onder belast.

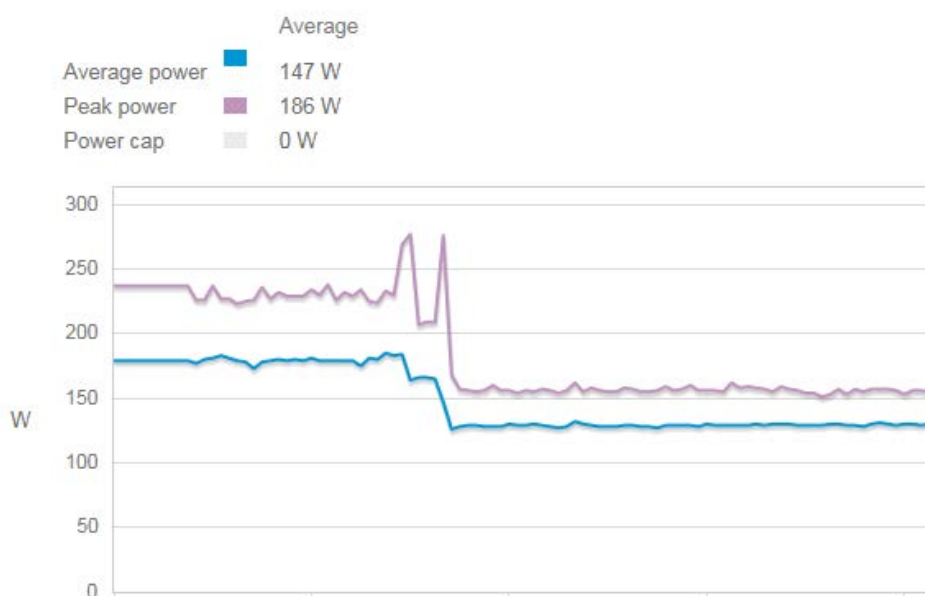


Afbeelding 18 Illustratie CPU-vermogensvraag Installatiebedrijf

De vermogensvraag van de onderzochte blade vertoont echter niet het dag/nacht ritme De oorzaak is de power management setting die hard op 'high performance' is vastgezet.

Als onderdeel van het onderzoek is 1 van de 32 actieve blades korte tijd op een "power saver" profiel gezet. Deze verandering is in het werkende cluster doorgevoerd en liet geen downtime zien.

Het resultaat van de verandering is duidelijk in onderstaande grafiek (op de x-as van deze grafiek is de tijd uitgezet, het verloop ervan was enige seconden):



Afbeelding 19 Illustratie CPU-vermogen vraag Installatiebedrijf - klein experiment

Het gemiddelde verbruik valt van ongeveer 180 Watt naar 130 Watt bij dezelfde werkdruk. Een besparing van 28%.

Power management, Participant F

Participant F is een onderwijsinstelling, naast de administratieve omgeving is een groep servers actief voor virtuele werkplekken. Deze groep bestaat uit 2 clusters, een verouderd cluster van 2 machines (x3650) en een nieuwer cluster (Hx5) van 8 machines.

Tabel 8 Server clusters onderwijsinstelling

Capaciteit verbruik \ Cluster	IBM x3650 m5	IBM BladeCenter Hx5
CPU verbruik (één maand)		
Maximaal	32.50%	19.64%
Gemiddeld	8.17%	8.74%
Laagste	2.82%	5.63%
RAM verbruik (één maand)		
Maximaal	31.49%	53.25%
Gemiddeld	24.07%	35.84%
Laagste	13.55%	21.73%

Alle cluster nodes hebben HPM Balanced ingesteld. Aan de HPM-instellingen zijn geen wijzigingen aangebracht, het onderzoek ondersteunt de steeds terugkomende observatie van laag CPU-gebruik.

Power management, Participant G

Participant G, is een kleine Cloud provider, de omgeving bestaat uit 6 fysieke servers die allen HPM Balanced hebben ingesteld.

Power management, Participant H

Participant H, is een onderdeel van een grote overheidsorganisatie. Binnen deze organisatie is er een grote ICT-omgeving waarvan voor dit onderzoek een middelgroot onderdeel is bekeken. Deze omgeving bestaat uit 60 HP DL360p Gen 6, 7, 8 servers, verdeeld over 6 regionale centra.

Onderstaande tabel geeft de HPM-settings van deze omgeving.

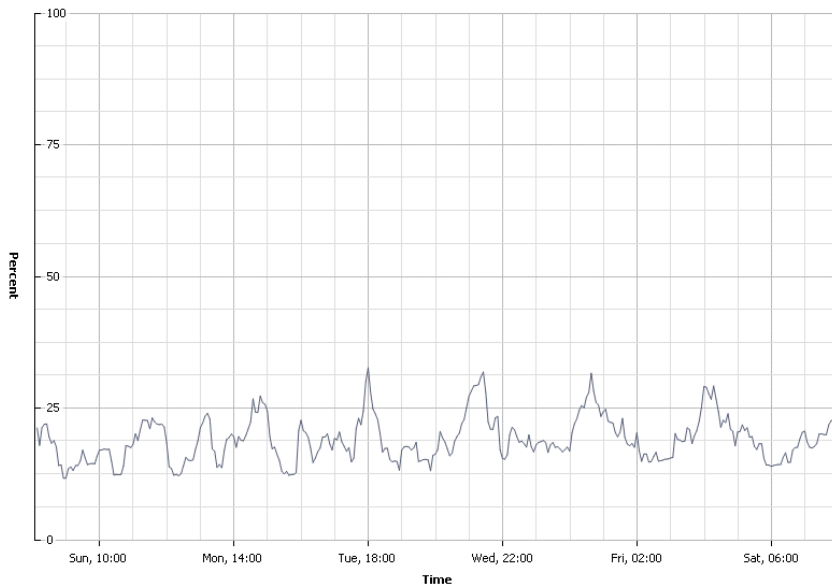
Tabel 9 Illustratie server omgeving Cloud provider

Locatie	BIOS	VMware	VMware HPM Technology	ESX	Hardware	Aantal
locatie 0	OS-Controlled	Balanced	ACPI P-states, ACPI C-states	5.5.0	DL360p G8	4
	OS-Controlled	Balanced	Enhanced Intel SpeedStep	5.1.0	DL360p G8	1
locatie 1	HP Dynamic	Off	N/A	4.1.0	DL380 G6	8
	OS-Controlled	Balanced	ACPI P-states, ACPI C-states	5.5.0	DL360p G8	4
locatie 2	OS-Controlled	Balanced	Enhanced Intel SpeedStep	5.1.0	DL360p G8	1
	HP Dynamic	Off	N/A	4.1.0	DL380 G6	8
locatie 3	OS-Controlled	Balanced	ACPI P-states, ACPI C-states	5.5.0	DL360p G8	4
	HP Dynamic	Off	Processor Clocking	5.5.0	DL380 G7	8
locatie 4	OS-Controlled	Balanced	ACPI P-states, ACPI C-states	5.5.0	DL360p G8	2
	OS-Controlled	Balanced	ACPI P-states, ACPI C-states	5.5.0	DL360p G8	4
locatie 5	OS-Controlled	Balanced	ACPI P-states, ACPI C-states	5.5.0	DL360p G8	6
	OS-Controlled	Balanced	ACPI P-states, ACPI C-states	5.5.0	DL360p G8	6
locatie 6	OS-Controlled	Balanced	ACPI P-states, ACPI C-states	5.5.0	DL360p G8	6
	OS-Controlled	Balanced	Enhanced Intel SpeedStep	5.1.0	DL360p G8	4

Alle machines hebben een Balanced profiel, voor verschillende generaties hardware en software komen hiervoor verschillende benamingen voor. Te zien is ook dat vanaf VMware 5.5 C-states ook worden gebruikt, in versies daarvoor worden alleen frequentie aanpassingen op de CPU (P-states) gebruikt.

Nameten van de CPU-belastingen geeft het gebruikelijke profiel, belastingen rond de 15% zijn de norm.

CPU/Past week, 7-5-2016 20:31:55 - 14-5-2016 20:31:55 - cluster1-vcnwn



Performance Chart Legend

Key	Object	Measurement	Rollup	Units
■	cluster1-vcnwn	Usage	average	Percent

Afbeelding 20 Illustratie CPU-belasting Cloud provider

Uit het onderzoek is duidelijk geworden dat er vanuit de systeembeheerder geen inzet is geweest om de systemen energiezuinig te laten werken. In alle gevallen is er gekozen voor de standaardwaarden van zowel de HP ProLiant systemen in de BIOS als voor de power saving functionaliteiten van VMware ESXi. Ook interne documentatie van de afdeling en kickstart installatiescripts voor ESXi brengen geen wijzigingen aan deze "default" waardes.

De verbetering in energiezuinigheid gedurende de jaren is dus te danken aan het zuiniger worden van moderne systemen en dat zowel HP als VMware energiebesparende functies standaard aanzetten in nieuwere versies van respectievelijk hun hardware en operating systems.

Power management, Participant I

Participant I, is een grote onderwijsinstelling. Zoals in ook de andere onderzoeken is een onderdeel uit de infrastructuur uitgelicht, namelijk die servers die de basis vormen van de virtuele omgeving van de instelling.

Van de 12 machines staan 5 op performance en 7 hebben een Balanced profiel.

Naam	System Profile	Gem. CPU-gebruik	Opmerkingen
ESX04	Maximum performance	0 %	Stand-by
ESX05	Maximum performance	0 %	Stand-by
ESX06	Maximum performance	0.1 %	
ESX07	Performance Per Watt (DAPC)	1.8 %	
Backup01	Performance Per Watt (OS)	Onbekend	

Node01	Performance (DAPC)	Per	Watt	Onbekend	
Node02	Performance (DAPC)	Per	Watt	Onbekend	
Node03	Performance (DAPC)	Per	Watt	Onbekend	
Node04	Performance (DAPC)	Per	Watt	Onbekend	
ESX01	Performance			21 %	
ESX02	Performance (DAPC)	Per	Watt	10 %	
ESX03	Performance			10 %	

Afbeelding 21 Illustratie hardware grote onderwijsinstelling

Power management, Participant J

Participant J, is een grote gemeente. Deze gemeente is zeer vooruitstrevend in het vergroenen van de IT-functie in de gemeente. Door 50 datacenters te consolideren naar 2 moderne, wordt inmiddels een wereld aan energie bespaard. Vergaande rationalisatie van ICT-werkplekken heeft bovendien geleid tot een enorme extra besparing.

Deze participant geeft aan de power settings niet te gebruiken. Eerder ervaringen hebben tot dit besluit geleid. Er is echter grote interesse om dit alsnog toe te passen, mits de performance gegarandeerd niet wordt beïnvloed. Certios blijft met deze partij in gesprek. Een definitieve 'uitslag' van de gestarte discussie is pas na de afloop van dit onderzoek te verwachten.

Moderniseren van hardware en power management, Participant K

Participant K, is een Waterschap in Nederland. Deze organisatie heeft alles gevirtualiseerd, hebben het beheren van eigen datacenters gestopt en zijn naar externe datacenters over gegaan. De gerealiseerde energiebesparingen waren aanzienlijk. De organisatie was geïnteresseerd in deelname aan het Greenserve project. Met hen heeft Certios kunnen berekenen dat door verjonging van de hardware, het aantal servers enorm zou kunnen dalen (van de huidige 28 naar 4 moderne servers). En hoewel deze servers per server dan meer energie zullen gebruiken, neemt het totale gebruik dan enorm af.

Ver	Type	Datum / tijd	ESX	Soef	Sub	Aanschafdatum	Aankoopbedrag	Datum / tijd van wijziging	ouderdom	Cores	GHz	TotVerm
HP	HP Proliant DL380 G6	9-12-09	WAAR	Server	Fysiek	2009-12-9 0:00	0,00	2014-1-8 9:59	7,15	8	2,7	21,6
HP	HP Proliant DL380 G6	9-12-09	WAAR	Server	Fysiek	2009-12-9 0:00	0,00	2014-1-8 10:00	7,15	8	2,7	21,6
HP	HP Proliant DL380 G7	29-03-10	WAAR	Server	Fysiek	2007-3-18 0:00	0,00	2013-5-31 11:30	6,85	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	29-03-09	WAAR	Server	Fysiek	2010-11-16 0:00	0,00	2014-1-8 10:08	7,85	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	17-11-10	WAAR	Server	Fysiek	2010-11-16 0:00	0,00	2012-2-27 9:06	6,21	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	20-09-11	WAAR	Server	Fysiek	2011-9-16 0:00	0,00	2013-5-31 12:01	5,37	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	22-11-10	WAAR	Server	Fysiek	2010-11-22 0:00	0,00	2012-2-27 9:05	6,19	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	12-08-11	WAAR	Server	Fysiek	2011-7-27 0:00	0,00	2012-2-27 9:04	5,47	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	20-09-11	WAAR	Server	Fysiek	2011-9-16 0:00	0,00	2012-2-27 9:09	5,37	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	22-11-10	WAAR	Server	Fysiek	2010-11-22 0:00	0,00	2012-2-27 9:05	6,19	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	17-11-10	WAAR	Server	Fysiek	2010-11-16 0:00	0,00	2013-5-31 11:59	6,21	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	8-03-13	WAAR	Server	Fysiek	2013-3-8 0:00	22899,37	2013-5-31 12:10	3,90	12	2,4	28,8
HP	HP Proliant DL380 G7	20-09-11	WAAR	Server	Fysiek	2011-9-16 0:00	0,00	2013-5-31 12:02	5,37	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	12-08-11	WAAR	Server	Fysiek	2011-7-27 0:00	0,00	2013-5-31 11:27	5,47	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	17-11-10	WAAR	Server	Fysiek	2010-11-16 0:00	0,00	2013-5-31 12:00	6,21	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	20-09-11	WAAR	Server	Fysiek	2011-9-16 0:00	0,00	2012-2-27 9:10	5,37	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	29-03-10	WAAR	Server	Fysiek	2009-12-9 0:00	0,00	2013-5-31 11:29	6,85	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	12-08-11	WAAR	Server	Fysiek	2011-7-27 0:00	0,00	2013-5-31 12:01	5,47	12	2,7	32,4
HP	HP Proliant DL380 G7	24-01-14	WAAR	Server	Fysiek	2009-12-9 0:00	0,00	2014-1-24 15:42	3,02	12	2,4	28,8
HP	HP Proliant DL380 G8	7-01-14	WAAR	Server	Fysiek	2013-11-12 0:00	14102,79	2014-1-24 15:07	3,06	12	2,5	30
HP	HP Proliant DL380 G8	18-01-13	WAAR	Server	Fysiek	2012-10-23 0:00	11100,54	2014-5-26 9:04	4,03	12	2,4	28,8
HP	HP Proliant DL380 G8	18-01-13	WAAR	Server	Fysiek	2012-10-23 0:00	11100,54	2014-5-26 9:04	4,03	12	2,4	28,8
HP	HP Proliant DL380 G8	8-03-13	WAAR	Server	Fysiek	2013-3-8 0:00	22899,37	2014-5-26 9:05	3,90	12	2,4	28,8
HP	HP Proliant DL380 G8	30-06-14	WAAR	Server	Fysiek		0,00	2014-6-30 15:32	2,59	12	2,4	28,8
HP	HP Proliant DL380 G8	18-01-13	WAAR	Server	Fysiek	2012-10-23 0:00	11100,54	2014-5-26 9:05	4,03	12	2,4	28,8
HP	HP Proliant DL380 G8	18-01-13	WAAR	Server	Fysiek	2012-10-23 0:00	11100,54	2014-5-26 9:05	4,03	12	2,4	28,8
HP	HP Proliant DL380 G8	12-12-13	WAAR	Server	Fysiek	2013-11-12 0:00	14102,79	2014-1-24 15:07	3,14	12	2,5	30
HP	HP Proliant DL380 G8	24-01-14	WAAR	Server	Fysiek		0,00	2014-1-24 15:42	3,02	12	2,4	28,8
								gem leettyd	5,12	328		848,4

Afbeelding 22 Snapshot inventarisatie bestaande serverpark



Deze participant geeft aan de power settings niet te gebruiken. Eerder ervaringen hebben tot dit besluit geleid. Performance is leidend en ervaringen van 3 jaar terug hebben uitgewezen dat er problemen kwamen wanneer de power settings werden aangepast. Ook voor deze participant geldt dat wanneer dit veilig kan, power setting zullen worden toegepast.

Power management, Participant L

Deze participant is een grote internationale producent van chemische producten. Energie speelt er een ondergeschikte rol. Toch heeft men besloten in een tweetal jaren het datacenter te vergroenen. Men heeft zich aangesloten als Participant bij de European Code of Conduct for Energy efficient Data Centres en heeft zich, volgens de methodiek welke ontwikkeld is door het Data Centre Alliance (www.datacentrealliance.org), door Certios laten certificeren.

Ondanks de overduidelijke motivatie om door te gaan met het energie-efficiënter maken van het eigen datacenter, is men huiverig voor het toepassen van power management settings. Dit heeft te maken met beperkte operationele capaciteit, een onderschatting van de positieve effecten en een grote druk om performance en uptime zo hoog als mogelijk te houden.

Consolidatie en power management, Participant M

Participant M is een grote IT-organisatie van de overheid, die een aantal datacenters van verschillende overheidsorganisaties consolideert. Deze consolidatieslag levert enorme energiebesparingen op. De focus is gericht op het energie-efficiënter maken van de nieuwe totaaloplossing. Navraag leert dat power management settings momenteel niet worden gebruikt: "de sleepmode wordt direct verwijderd vanwege gewenste performance van de apparatuur/infrastructuur".

Wat Participant M interessanter vindt, is om naar de benuttingsgraad van de apparatuur te kijken. De huidige benutting van de apparatuur is gemiddeld 30% doordat "...geen/te weinig gebruik wordt gemaakt van resource pooling en Cloudcomputing". Kenmerkend voor Cloudcomputing is dat middelen als schijfruimte, processorcapaciteit, I/O, worden gedeeld door afnemers met verschillende behoeften en verschillende belangen. Dit delen van middelen zou een schaalvoordeel en energievoordeel opleveren. Nu wordt 60/70% van het datacenter bezet door resources die niet worden gedeeld omdat iedere deelnemende organisaties in de consolidatieslag gebruik maakt van eigen firewalls, core-switches, compute, storage en netwerk resources. Men streeft hier dus eerst naar het omhoog brengen van de utilisation rates (naar 50+%) om vervolgens verdere voordelen te halen met het activeren van power settings (vb. sleep modes).

De vervanging van servers is hier op 4 jaar vastgesteld. Verkorting van deze termijn wordt uitgesloten omdat dan de inspanningen voor in- en uitbouw, en de toename in de verwerking van de E-waste als een bezwaar wordt gezien.



4. Bijlage: NDA lijst van onderzoek participanten

Deze lijst is vertrouwelijk en aan de opdrachtgever verstrekt.

Bibliografie

- Afman, M. R., & Scholten, T. (2016). *Energiegebruik ICT in Nederland 2013, trendontwikkeling 2020 en 2030*. CE Delft. Delft: CE Delft.
- CE Delft. (2014). *Nederlandse commerciële datacenters 2014-2017 Nieuwbouwplannen en ontwikkeling energiegebruik*. Delft: CE Delft.
- Computerprofile. (2015, 11 9). *Computerprofile*. Opgeroepen op 11 9, 2015, van www.computerprofile.com/analytics-papers/article/en/cloud-impact-on-the-dutch-mid-and-enterprise-markets
- Harryvan, D. D. (2014). *Zervers, zuinige servers*. Certios B.V. (voorheen Cerios Green B.V.).
- Jorg Lenhardt, W. S. (2016 vol 10, no1). Interplay of Power Management at Core and Server. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, 136-141.
- Peters, M., & Dijk, A. v. (2016). *Dutch Digital Infrastructure 2016*. Deloitte.
- Rasmussen, N. (2014). *Eco-mode: Benefits and Risks of*. Opgehaald van whitepaper 157: http://www.apc.com/salestools/NRAN-8CU665/NRAN-8CU665_R2_EN.pdf
- Shehabi, A. e. (2016). *United States Data Center Energy Usage Report LBNL-1005775*. Berkeley: Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Surf. (2016, mei 3). *Case study: 20 procent energiebesparing dankzij simpele truc*. Opgehaald van Surf BLOG: <https://blog.surf.nl/case-study-20-procent-energiebesparing-dankzij-simpele-truc/>
- The Green Grid. (2012). *Whitepaper 49, PUE™: A COMPREHENSIVE EXAMINATION OF THE METRIC*. Opgehaald van http://www.thegreengrid.org/~ /media/WhitePapers/WP49-PUE%20A%20Comprehensive%20Examination%20of%20the%20Metric_v6.pdf
- Vermeulen, P. (2016). *Dutch Data Center Report 2016*. PB7. DDA.
- VMware. (2013). Opgehaald van VMware blog: <https://blogs.vmware.com/performance/2013/05/power-management-and-performance-in-esxi-5-1.html>
- VMware. (2013, 12). *Host power management in VMware vSphere 5.5*. Opgehaald van VMware technical whitepaper: <http://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/techpaper/hpm-performance-vsphere55-white-paper.pdf>
- VMware. (2013). *Host Power Management in VMware vSphere 5.5*. Opgehaald van VMware.com: <http://www.vmware.com/files/pdf/techpaper/hpm-perf-vsphere55.pdf>
- VMWare. (sd). *VMware® Distributed Power Management*. Opgehaald van <http://www.vmware.com/>: <http://www.vmware.com/files/pdf/Distributed-Power-Management-vSphere.pdf>
- VMware. (sd). *VMware Distributed Resource Scheduler*. Opgehaald van <http://www.vmware.com/files/pdf/VMware-Distributed-Resource-Scheduler-DRS-DS-EN.pdf>

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Croeselaan 15 | 3521 BJ Utrecht
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht
T +31 (0) 88 042 42 42
F +31 (0) 88 602 90 23
E klantcontact@rvo.nl
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het het ministerie van Economische Zaken en Klimaat

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | mei 2019

Publicatienummer: RVO-035-1901/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Dit document is in opdracht van RVO.nl opgesteld.

Neem contact met ons op als u een toegankelijkheidsprobleem ervaart.

Wij maken het dan graag alsnog voor u in orde!