

PUE IS OP ORDE, HOE NU VERDER?

Met de PUE - Power Usage Effectiveness - laten we anderen - en onszelf - zien dat we goed bezig zijn met het efficiënter, en dus energiezuiniger, maken van ons datacenter. Maar wat als het verbeteren van de PUE eindig is? En wat als die PUE inmiddels eigenlijk best wel okay is? Mijn Russische collega's bij WcoolIT Anna Amzarakova, Max Amzarakov en Rafael Sukhov tonen in een wetenschappelijk artikel* de stand van zaken van de PUE en wat er daarna en daarnaast nog valt te besparen.

En dat is niet alleen veel, maar bovendien juist goed te realiseren in bestaande datacenters. In een bewerking van hun artikel geef ik aan hoever we zijn gekomen met de PUE. In een volgend artikel kijken we naar andere mogelijkheden om op het energiegebruik in datacenters verder te besparen.

KORTE GESCHIEDENIS VAN DE PUE

Nog maar tien tot vijftien jaar geleden wisten weinig mensen wat een 'Data Processing Center' is. In Rusland werd het eerste commerciële datacenter, dat onafhankelijk was van operators, gebouwd in 2004. Tegenwoordig is het begrip 'datacenter' goed ingeburgerd, zijn er steeds meer specialisten op dat gebied en is de dienstensector rondom datacenters een belangrijk onderdeel geworden van de economie.

In de vroege jaren 2000 stonden maar weinigen stil bij de energie-efficiëntie van datacenters. In die tijd was de snelle stijging van het energieverbruik van IT-apparatuur een veel groter probleem. Server-apparatuur werd steeds compacter, terwijl het energieverbruik sterk toenam. Veel datacenters die waren gebouwd in de jaren negentig en de vroege jaren 2000 waren qua oppervlakte minder dan de helft vol. Door de vergrote energie-intensiteit nam de IT-apparatuur vaak slechts een derde van de beschikbare ruimte in, maar verbruikte tegelijkertijd alle beschikbare elektriciteit.

Door de snelle ontwikkeling van IT en de toenemende datacenter-capaciteit wordt het energiegebruik van datacenters halverwege de

jaren 2000 een factor van betekenis in het totale energieverbruik van de Verenigde Staten. In december 2006 geeft het Amerikaanse Congres het Environmental Protection Agency (EPA) opdracht voor een onderzoek naar de snelle groei van het stroomverbruik van datacenters en om aanbevelingen te ontwikkelen om de energie-efficiëntie van IT-apparatuur en datacenters te vergroten. In augustus 2007 werd een EPA-rapport over de energie-efficiëntie van servers en datacenters voorgelegd aan het Congres.

Dit rapport en de studie waren een krachtige stimulans voor specialisten en eigenaren van datacenters in het zoeken naar, en implementeren van, oplossingen voor energie-efficiëntie. Daarnaast zijn veel overheden begonnen met het subsidiëren van datacenters met energiebesparende technologie.

Om de energie-efficiëntie van het datacenter en de resultaten van de introductie van energiebesparende technologie te beoordelen, keek men meestal naar de verhouding tussen het totale stroomverbruik van het datacenter en het stroomverbruik van alleen de IT-apparatuur.

Deze meetmethode werd vervolgens gestandaardiseerd door The Green Grid (TGG), een non-profit inter-industrieel consortium, als de belangrijkste metriek voor energie-efficiëntie van datacenters - Power Usage Effectiveness (PUE). Deze metriek is vervolgens gepubliceerd als een standaard (ISO / IEC 30134-2: 2016) door de International Organization for Standardization (ISO).

Volgens gegevens van programmadeelnemers van The Uptime Institute (TUI) daalde de gemiddelde PUE van 2,5 in 2007 tot 1,58 in 2018. De meest geavanceerde datacenters werken al op een niveau van 1,11.

HOE WAS DE PUE OOK AL WEER GEDEFINIEERD?

Inmiddels is voor 'ons DC'ers' de PUE een bekend begrip, maar laten we toch even ons geheugen opfrissen en kijken hoe de PUE wordt berekend:

$$PUE = \frac{\text{Totaleenergie datacenter}}{\text{Energie alle IT-apparatuur}}$$

Het stroomverbruik van IT-apparatuur beschouwen we als 'nuttig werk'. Om de continue werking van IT-apparatuur te garanderen, wordt er daarnaast energie verbruikt door ondersteunende systemen en gaat een deel van de energie verloren tijdens transport en omzetting. Als we dat zichtbaar maken in de formule, dan komt die er zo uit te zien:

$$PUE = \frac{P_{IT} + P_{transformatie} + P_{koeling} + P_{overig}}{P_{IT}}$$

P_{IT} is daarin het energiegebruik van alle IT-apparatuur. $P_{transformatie}$ staat voor de overdracht en transformatie van stroom. Deze is doorgaans goed voor 5-10% van de totale energie. $P_{koeling}$ staat voor de energie die nodig is om de warmte af te voeren die door de IT-apparatuur wordt gegenereerd. Bijna alle energie van IT-apparatuur wordt omgezet in warmte. Een modern datacenter besteedt daarnaast dus nog eens 30-50% van alle energie om die warmte af te voeren. P_{overig} staat voor alle overige energie, bijvoorbeeld voor verlichting, security en dergelijke.

Als we het stroomverbruik van de IT-apparatuur 'nuttig werk' noemen, dan vallen de andere energiecomponenten dus onder 'niet-nuttig werk'.

'EEN BEETJE REKENEN...'

Ingewikkelder dan dit wordt het niet. Dus laten we 'de rekenspier eens wat lossen maken' met een voorbeeld.

Neem een klein datacenter met daarin IT-apparatuur die gemiddeld over het hele jaar 1000 kWh (kiloWatt-uur) per uur verbruikt. Stel dat (ook gemiddeld over het jaar) het overig energiegebruik 40 kWh per uur is, de transformatieverliezen 100 kWh per uur zijn (10% van het IT-verbruik) en dat er 700 kWh op gaat aan koeling. Ik gebruik hier bewust kWh per uur (kWh/h) omdat kWh de afrekenenheid is op de elektriciteitsfactuur. Technici zullen het over 'vermogen' (kW) hebben, maar dat is in wezen dus hetzelfde.

Zetten we deze cijfers en de uitkomst van de PUE-berekening in een tabel en pakken we daar ook de elektriciteitskosten bij, dan kunnen we een vergelijking maken tussen de uitgangssituatie en de situaties waarin het 'niet-nuttig werk' zodanig is verbeterd, dat er 2x, 4x en 8x zo weinig energie in wordt verbruikt.

Voor de berekening worden de kosten van elektrische energie gesteld op €0,07/kWh.

Deze tabel laat zien dat het met een factor 8 verbeteren van de energie-efficiëntie van de ondersteunende systemen de PUE laat dalen van 1,84 naar 1,11 en dat daarmee 40% elektriciteit wordt bespaard. Iedere verbeterstap levert echter wel minder besparing op dan de vorige. En, zoals bij veel technische systemen, vereist elke volgende stap van verbetering steeds meer investeringskosten.

WE ZIJN GOED BEZIG

Door de jaren heen is de gemiddelde PUE van alle datacenters steeds gedaald. De sterke daling kwam door technologische verbetering van met name koeling en UPS. De huidige gemiddelde PUE van 1,58 zal waarschijnlijk niet verder afnemen door de komst van nieuwe technologie, maar door het buiten gebruik stellen en vervangen van oude datacenters met een hoge PUE.

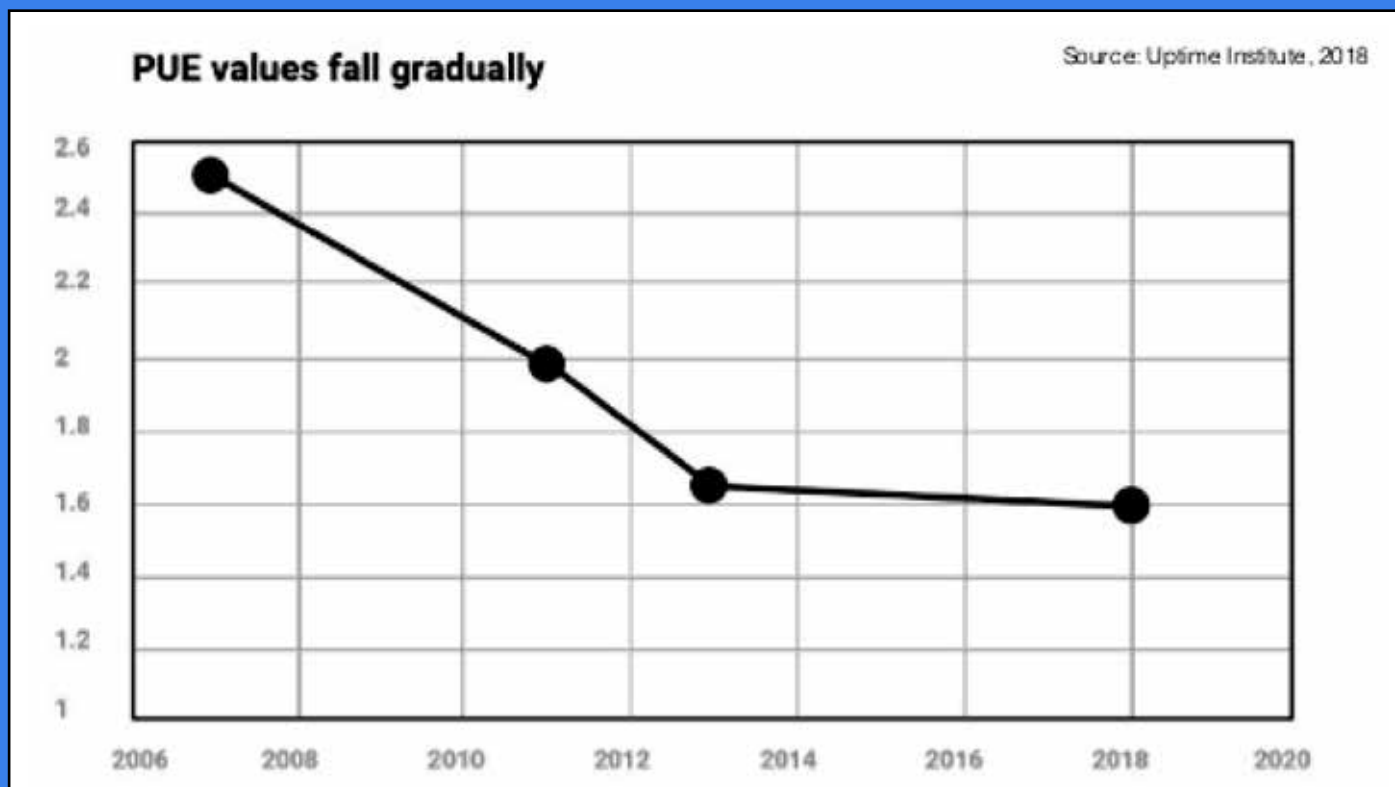
Een PUE-waarde gelijk aan 1, waarbij alle energie zonder verder verliezen uitsluitend door de IT-apparatuur wordt verbruikt, kan in de praktijk niet worden bereikt. In feite zijn de PUE-waarden die vandaag worden gepresenteerd op 1.11 (Google) en 1.06 (Supermicro) voorbeelden van de kleinst mogelijke PUE. Met andere woorden, het moderne datacenter heeft zijn grootste efficiëntie bereikt, waarbij het maximale elektrische vermogen wordt overgedragen naar het 'nuttige werk'. We hebben de PUE dus op orde...

HOE NU VERDER?

Verbetering van PUE is gericht op verbeteren van de energie-efficiëntie van het 'niet-nuttig werk'. Als de PUE echter niet echt meer met grote stappen kan worden verbeterd, dan moet voor een nog energiezuiniger datacenter dus in een andere richting worden gezocht. En precies dat gaan we doen in het tweede deel van dit artikel in de volgende DatacenterWorks. ■

**Oorspronkelijk artikel: 'Power Usage Effectiveness of the data center as a combination of engineering and IT infrastructure', door Anna Amzarakova, Max Amzarakov en Rafael Sukhov in Instruments and Systems: Monitoring, Control, and Diagnostics #12 2019*

Figuur 1. Daling van de gemiddelde PUE.



		Verbetering			
		Oorspronkelijk	2 keer	4 keer	8 keer
IT-apparatuur	(kWh per uur)	1.000	1.000	1.000	1.000
Verlies & transformatie	(kWh per uur)	100	50	25	13
Koeling	(kWh per uur)	700	350	175	88
Overig	(kWh per uur)	40	20	10	5
Data Center totaalverbruik	(kWh per uur)	1.840	1.420	1.210	1.106
PUE		1,84	1,42	1,21	1,11
Datacenter jaarverbruik	(kWh x 1.000)	16.118	12.439	10.600	9.680
Besparing per jaar, energie	(kWh x 1.000)	0	3.679	5.519	6.439
Besparing, percentage		0%	23%	34%	40%
Besparing per jaar, geld		€0	€257.530	€386.330	€450.730

Tabel 1. Datacenter-verbruik voor verschillende PUE.