



**Hield temperatuur
van OS SSD 33 °C
koeler***

bij een
omgevingstemperatuur
van 25 °C



**Bleef storingsvrij
functioneren bij een
temperatuur van
35 °C**

terwijl de Supermicro SYS-
621C-TN12R-server uitviel



**Hield temperatuur
van OS SSD 34 °C
koeler***

tijdens een scenario
met HVAC-storing

*Gemiddelde temperaturen
gedurende de twee uur durende
workload vergeleken met die van de
Supermicro SYS-621C-TN12R-server

Verbeterde energie-efficiëntie in het datacenter: Wees goed voorbereid op hogere temperaturen met Dell PowerEdge HS5620 servers

In testscenario's met hoge temperaturen bleef een Dell PowerEdge HS5620 server een intensieve workload uitvoeren zonder waarschuwingen of storingen van onderdelen, terwijl een Supermicro SYS-621C-TN12R server uitviel

Door een datacenter op hogere temperaturen te laten draaien, kunnen organisaties besparen op koelingskosten en energieverbruik. ENERGY STAR® wijst erop dat dergelijke maatregelen financieel voordelig kunnen zijn: "Elke temperatuurstijging van 0,5 °C kan 4% tot 5% aan energiekosten besparen." ¹ Maar een datacenter kan slechts zo warm worden als de hardware toelaat. Servers die bestand zijn tegen hogere dagelijkse temperaturen, kunnen organisaties helpen duurzaamheidsdoelstellingen te halen. Met het juiste thermische ontwerp kan een server ook bij nog hogere temperaturen blijven functioneren in het geval van onverwachte omstandigheden, zoals storingen in de interne ventilator of externe storingen.

Bij PT hebben we twee 2U-servers getest die voor de cloud zijn geoptimaliseerd: de Dell™ PowerEdge™ HS5620 en de Supermicro® SYS-621C-TN12R. Om een omgeving te creëren waarin we de temperatuur volledig konden controleren en meten, bouwden we een behuizing rond een volledig gevulde serverrack. Alle servers in de rack voerden een intensieve synthetische floating-point workload uit, vergelijkbaar met een machine learning inferentieworkload, die de processors van de systemen belastte en warmte genereerde in de omgeving.

We hebben de interne temperaturen van de Dell en Supermicro-servers gecontroleerd tijdens drie soorten op scenario's gebaseerde tests: een omgevingstemperatuur van 25 °C, een ventilatorstoring en een HVAC-storing in het datacenter. Het Dell systeem heeft bij deze tests gepresteerd zonder waarschuwingen voor warme onderdelen of storingen. Het Supermicro-systeem daarentegen gaf waarschuwingen in alle scenario's en storingen van onderdelen in het tweede en derde scenario, wat resulteerde in systeemuitval waardoor handmatig moest worden ingegrepen. De Dell PowerEdge HS5620 is uitgerust met uitstekende ontwerpvoordelen voor koeling en kon elke uitdaging probleemloos aan.

Hoe we hebben getest

Tabel 1 bevat belangrijke configuratie-informatie voor de twee cloud-geoptimaliseerde servers die we hebben getest. Bekijk de *wetenschap achter het rapport* voor meer details.

Tabel 1: Belangrijke configuratiegegevens van de servers die we hebben getest.

	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Processors	2x Intel® Xeon® Gold 6444Y processors	2x Intel Xeon Gold 6444Y processors
Geheugen	1024 GB DDR5 RAM	1024 GB DDR5 RAM
Netwerkkinterfacekaart (NIC)	Intel E810-XXV met 2 x 25 GbE-poorten	Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S) met 2 x 25 GbE-poorten
Storage	2 x M.2 NVMe® SSD's	2x M.2 NVMe SSD's
Storagecontroller	Dell BOSS N1	Direct-attached PCIe® storage
Voedingseenheid (PSU)	2 x 1800 W Dell 05222NA00	2 x 1200 W Supermicro HMC94MEBRA123N
Ventilatoren	5 x Dell HPR Silver 1 x Dell HPR Gold	3x Supermicro middenventilator FAN-0206L4
OS	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3

We hebben de Dell server geconfigureerd met een storagecontroller en twee M.2 NVMe-schijven die vergelijkbaar zijn met de storageconfiguratie van de Supermicro-server. De Dell serverconfiguratie was voorzien van vijf Dell HPR Silver ventilatoren en één Dell HPR Gold ventilator. De Supermicro-server ondersteunde drie ventilatoren van 8 cm, het maximale aantal dat op het moment van testen kon worden geplaatst. Om prestatiebewaking mogelijk te maken, hebben we de BIOS-systeemprofielinstellingen op de Dell server aangepast naar 'prestaties per watt (OS)'. We hebben de standaard BIOS-configuratie van de Supermicro-server, 'OS Controls EPB', behouden, omdat we met deze instelling de gegevens konden bewaken die nodig waren voor onze tests.

Om een omgeving te creëren waarin we de temperatuur volledig konden controleren en meten, bouwden we een behuizing op maat rond een volledig gevulde 42U-serverrack. We hebben de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12R tijdens de test in het midden van de rack op dezelfde positie geplaatst. We hebben de rest van de 42U-rack geconfigureerd met een top-of-rack switch en diverse 2- en 1U-servers, evenals bladeservers en chassis, die warmte genereren tijdens het uitvoeren van hun workloads. We hebben basebandbeheer en telemetrie op OS-niveau vastgelegd voor onderdeelbewaking met de externe tools Telegraf™ en Prometheus.

We hebben de servers getest in drie soorten scenario's: normale werking bij een omgevingstemperatuur van 25 °C, een storing van de interne ventilator (twee keer, waarbij telkens andere ventilatoren werden uitgeschakeld) en een HVAC-storing waarbij de omgevingstemperatuur opliep tot 35 °C. In elk van deze scenario's gebruikten we de stress-ng-tool om de floating-point-prestaties van de processors te testen. Dit type workload is van cruciaal belang voor gebruiksscenario's zoals AI-training en high-performance computing (HPC); zie pagina 3 voor meer informatie. De serverkast lanceerde de workload in vier fasen. De Dell en Supermicro-systemen die we hebben getest, lanceerden de workload in de vierde fase, 3 minuten en 30 seconden nadat de eerste servers waren gestart. We hebben de temperatuur en hardwarestatistieken gedurende 15 minuten voorafgaand aan het starten van een workload gecontroleerd, gedurende de 2 uur durende workload en gedurende 15 minuten nadat de workload was voltooid.

Zie de *wetenschap achter het rapport* voor meer informatie over onze tests, resultaten en configuraties.

Overzicht van onze bevindingen

In de tabellen 2 en 3 laten we per test een overzicht zien van hoe verschillende onderdelen van de servers het hebben gedaan. Als ten minste één van de vermelde typen onderdelen een waarschuwing of storing vertoonde, vermelden we dat hieronder. Zoals uit tabel 2 blijkt, bleven de onderdelen van de Dell PowerEdge HS5620 in elk scenario type functioneren zonder waarschuwingen. De Supermicro SYS-621C-TN12R kreeg echter te maken met ten minste één waarschuwing in elk scenario type, waaronder bij een omgevingstemperatuur van 25 °C, evenals een onderdeelstoring in het HVAC-storingsscenario en in beide ventilatorstoringsscenario's (tabel 3). De SSD-storingen van het besturingssysteem die we tijdens het testen hebben waargenomen, resulteerden in een systeemstoring, waardoor het Supermicro-systeem onbruikbaar werd en handmatig moest worden ingegrepen. We analyseren het thermische ontwerp van de servers en bekijken deze resultaten nader op de volgende pagina's.

Tabel 2: Een overzicht van hoe de belangrijkste onderdelen van de Dell PowerEdge HS5620 server presteerden in de testscenario's.

Dell PowerEdge HS5620				
Onderdeelcategorie	Omgevingstemperatuur van 25 °C	Storing ventilator 2	Storing ventilator 3	HVAC-storing
CPU	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen
RAM	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen
NIC	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen
M.2 SSD	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen
Voeding	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen

Tabel 3: Een overzicht van hoe de belangrijkste onderdelen van de Supermicro SYS-621C-TN12R server presteerden in de testscenario's.

Supermicro SYS-621C-TN12R				
Onderdeelcategorie	Omgevingstemperatuur van 25 °C	Storing ventilator 1	Storing ventilator 3	HVAC-storing
CPU	✓ Geen waarschuwingen of storingen	▲ Waarschuwing	▲ Waarschuwing	▲ Waarschuwing
RAM	✓ Geen waarschuwingen of storingen	▲ Waarschuwing	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen
NIC	✓ Geen waarschuwingen of storingen	▲ Waarschuwing	✓ Geen waarschuwingen of storingen	▲ Waarschuwing
M.2 SSD	▲ Waarschuwing	✗ Storing	▲ Waarschuwing	✗ Storing
Voeding	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✓ Geen waarschuwingen of storingen	✗ Storing	✓ Geen waarschuwingen of storingen

Over de workload die we hebben gebruikt bij onze tests

We hebben de stress-ng-tool gebruikt om een floating-point workload uit te voeren op de systemen die we hebben getest. Floating-point berekeningen spelen een cruciale rol bij het beheren van wiskundige vergelijkingen met getallen met breukdelen. Ze zijn vooral essentieel voor wetenschappelijke en technische workloads die zeer nauwkeurige numerieke berekeningen vereisen, zoals AI-training, algoritmen voor machine learning, wetenschappelijke simulaties, financiële modellen en CAD-applicaties (Computer Aided Design).

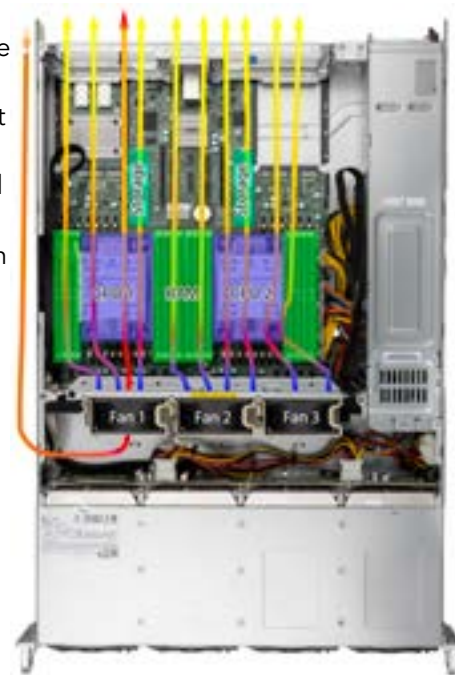
Analyse van het ontwerp van systeemkoeling: de voordelen van de Dell PowerEdge HS5620 nader bekeken

Een analyse van de thermische ontwerpen van het systeem is essentieel om te begrijpen hoe ze in elk testscenario hebben gepresteerd. Servers beschikken over verschillende ontwerpkenmerken om systemen koel te houden, zoals het ontwerp van het moederbord. Door een specifieke plaatsing van gevoelige onderdelen op het moederbord kunnen deze onderdelen worden beschermd tegen oververhitting. Bovendien zorgen ventilatoren ervoor dat de lucht blijft stromen, terwijl het chassisontwerp onderdelen ook moet helpen beschermen tegen hete lucht. Hieronder bekijken we deze ontwerpkenmerken in de Dell PowerEdge HS5620 en Supermicro SYS-621C-TN12R servers

Ontwerp van het moederbord

De indeling van het moederbord van het Supermicro-systeem leverde vooral problemen op met betrekking tot de plaatsing van de M.2 NVMe-modules. In het tweede en derde testscenario nam bijvoorbeeld zelfs de temperatuur van de inactieve SSD toe, omdat deze zich direct downstream van een processor met workload bevond. Bovendien was er aan de rechterkant van het chassis geen speciale ventilator voor luchttoevoer naar de stroomverdelingsmodule (Power Distribution Unit - PDU) die de dubbele PSU's met de rest van het systeem koppelde. In plaats daarvan was het Supermicro-systeem afhankelijk van de luchtstroom van de ventilatoren die waren ingebouwd in de PSU's aan de achterkant van het chassis. Hoewel we geen storing van deze PDU hebben waargenomen, meldde de BMC een PSU-storing tijdens het tweede scenario met ventilatoruitval, waarmee het nadeel van dit ontwerp werd aangetoond (zie de *wetenschap achter het rapport* voor meer informatie over deze test). Zie afbeelding 1.

Het moederbord in de Dell PowerEdge HS5620 had daarentegen een ingewikkelder ontwerp. De koelmodules van de processor gebruiken heat-pipes op de koelplaten om een effectievere koeling mogelijk te maken. De PDU is geïntegreerd in het moederbord, waardoor de luchtstroom over de onderdelen soepeler verloopt. In de configuratie die we hebben getest, was de PDU uitgerust met zowel een Dell HPR Gold als een Dell HPR Silver ventilator om de onderdelen te koelen. Zoals afbeelding 2 laat zien, lieten openingen in de luchtmantel van het Dell systeem koele lucht over de onderdelen stromen, waardoor de warmteoverdracht van het ene onderdeel naar het andere werd beperkt.



Afbeelding 1: De indeling van het moederbord van de Supermicro SYS-621C-TN12 die we hebben getest. We hebben onderdeellabels en pijlen toegevoegd die de luchtstroomrichting van de ventilatoren aangeven, waarbij koudere lucht wordt aangegeven door blauw en paars en warmere lucht wordt aangegeven door rood, oranje en geel. Bron: Principled Technologies.



Afbeelding 2: De lay-out van het moederbord van de Dell PowerEdge HS5620 die we hebben getest, toont de onderste thermische laag (links) en de bovenste thermische laag (rechts) die door de mantel wordt verdeeld. We hebben onderdeellabels en pijlen toegevoegd die de luchtstroomrichting van de ventilatoren aangeven, waarbij koudere lucht wordt aangegeven door blauw en paars en warmere lucht wordt aangegeven door rood, oranje en geel. Bron: Principled Technologies.

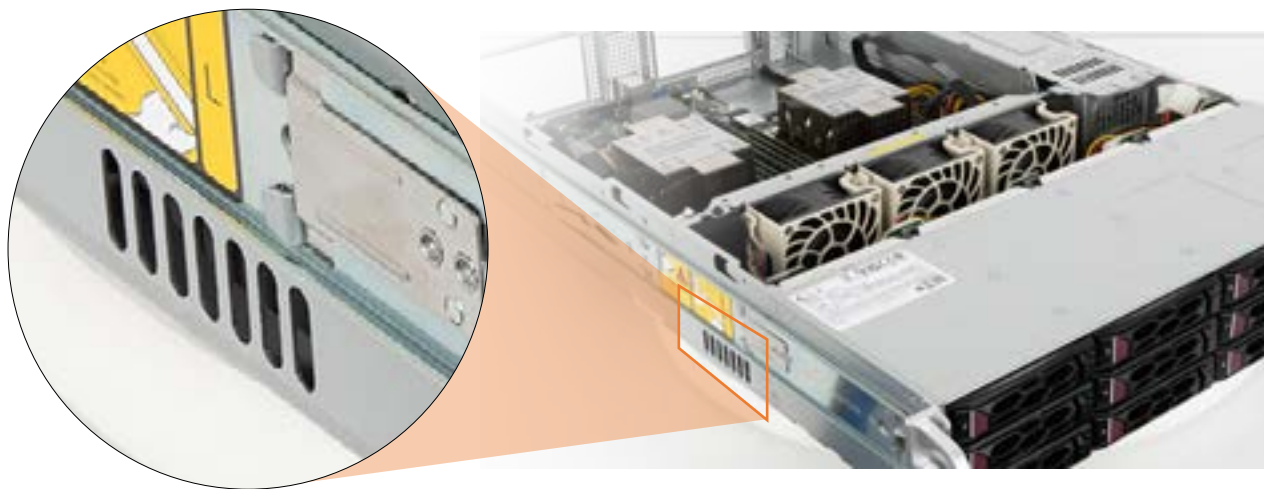
Ventilatoren

De ventilatoren van een systeem zijn een essentieel onderdeel van het koelingsontwerp. De Dell PowerEdge HS5620 configuratie die we hebben getest was voorzien van vijf Dell HPR Silver ventilatoren (60 mm) en één Dell HPR Gold ventilator (60 mm). De Supermicro SYS-621C-TN12R die we hebben getest, gebruikte drie primaire ventilatoren (80 mm) voor koeling. In beide servers had elk van de voedingen een extra speciale geïntegreerde ventilator.

Kubieke voet per minuut (CFM) is een waarde die aangeeft hoeveel lucht een ventilator kan verplaatsen. Volgens hun labels leverden de zes ventilatoren in het Dell systeem elk 57,26 CFM (343,56 CFM in totaal), terwijl de drie ventilatoren in het Supermicro-systeem elk 104,7 CFM leverden² (314,10 CFM in totaal). Hoewel deze totalen dicht bij elkaar liggen, is CFM slechts een deel van het verhaal in een server. In onze tests ontdekten we ook dat de ventilatoren van de Supermicro SYS-621C-TN12R-server bij piekbelasting op ongeveer 13.500 RPM draaiden. De dubbele rotorventilatoren van de Dell PowerEdge HS5620 server draaiden in onze tests rond de 20.000 RPM. Door deze verschillen in snelheid en ontwerp konden de ventilatoren van het Dell systeem een hogere statische druk genereren, wat betekent dat ze met meer kracht lucht door het systeem verplaatsten. Dit betekent ook dat ze tegendruk in het hete gangpad hebben tegengegaan, wat van cruciaal belang is voor effectieve koeling,³ omdat apparatuur in het datacenter met sterkere ventilatoren de apparatuur met onvoldoende krachtige ventilatoren kan verdringen, wat leidt tot onvoldoende koeling.

Chassisontwerp

Het chassis van de Supermicro SYS-621C-TN12R bevatte ventilatieopeningen aan beide zijden tussen de ventilatoren en de backplane, die niet aanwezig waren in de Dell server. In theorie zouden deze ventilatieopeningen kunnen fungeren om extra luchtstroom in het chassis toe te laten in een open serveromgeving zonder kasten of koeling van warme gangpaden. In de praktijk betekent het ontwerp van datacenterkasten echter dat de zijanten van een serverchassis zich binnen dezelfde thermische zone bevinden als het warme gangpad: Omdat serverracks en -kasten een vrije luchtstroom langs de zijanten van de servers mogelijk maken, zijn deze ventilatieopeningen niet geïsoleerd. Dus in plaats van warme lucht te verdrijven of koude lucht aan te zuigen, kunnen de ventilatieopeningen ervoor zorgen dat voorverwarmde lucht van achter de serverstack het chassis binnenkomt en door de onderdelen circuleert, waardoor een verwarmingscircuit ontstaat. Zie afbeelding 3.



Afbeelding 3: Ventilatieopeningen in het chassis van de Supermicro SYS-621C-TN12R die we hebben getest, waardoor voorverwarmde lucht uit het warme gangpad door de onderdelen van de server kan circuleren. Bron: Principled Technologies.

Belangrijkste bevindingen op het gebied van thermisch ontwerp

De lay-out van het moederbord van de **Dell PowerEdge HS5620** server hielp de warmteoverdracht tussen onderdelen te beperken. Het systeem had in totaal zes ventilatoren die elk met 20.000 RPM draaiden. In de lay-out van het moederbord van de **Supermicro SYS-621C-TN12R**-server waren gevoelige onderdelen dicht bij elkaar geplaatst. Het systeem had in totaal drie ventilatoren die elk met 13.500 RPM draaiden. Bovendien zorgden ventilatieopeningen aan de zijkant van het chassis ervoor dat verwarmde lucht uit het warme gangpad door het systeem kan circuleren.

De Dell PowerEdge HS5620 bleef functioneren zonder zelfs maar een onderdeelwaarschuwing; de Supermicro SYS-621C-TN12R viel in twee scenario's uit

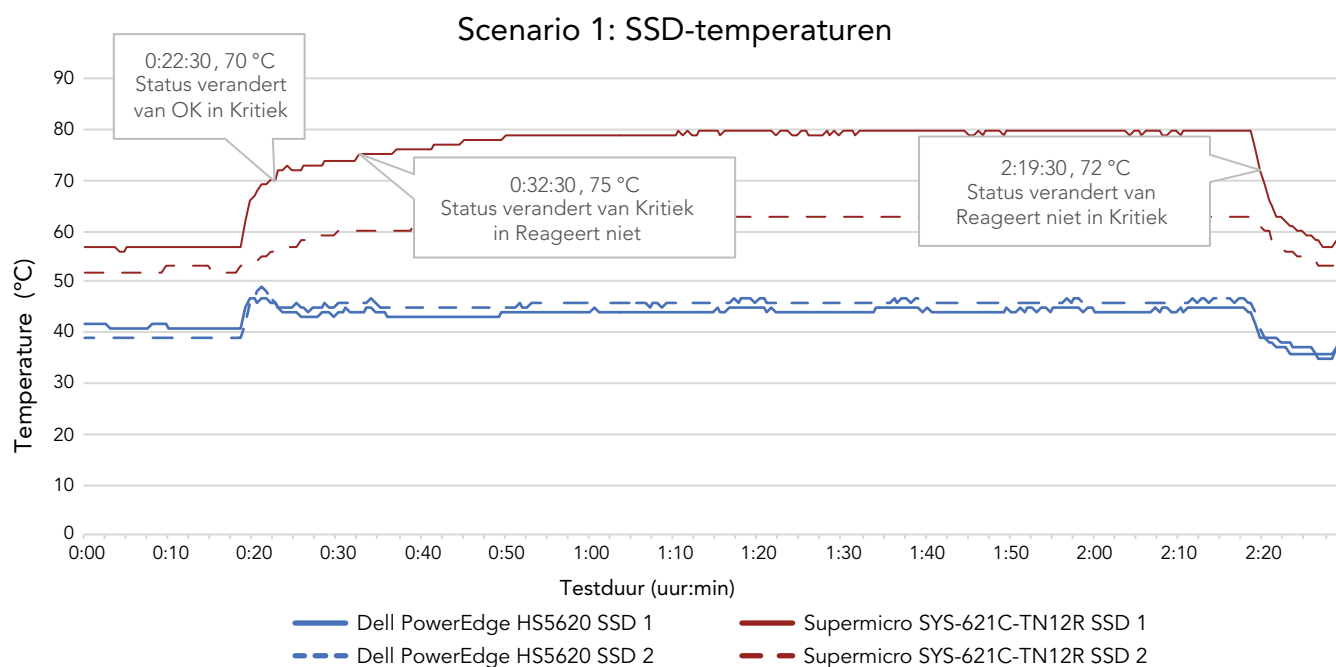
Scenario 1: Omgevingstemperatuur van 25 °C

We hebben ons eerste scenario uitgevoerd om te zien hoe de servers presteerden onder normale datacenter temperaturen. De American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) raadt aan om een standaard datacenter op een temperatuur tussen 18 - 27 °C te houden, hoewel temperaturen tot 45 °C acceptabel zijn voor bepaalde typen apparatuur.⁴ In dit scenario richtten we ons op een omgevingstemperatuur van 25°C in de testomgeving terwijl we de workloads op de servers uitvoerden.

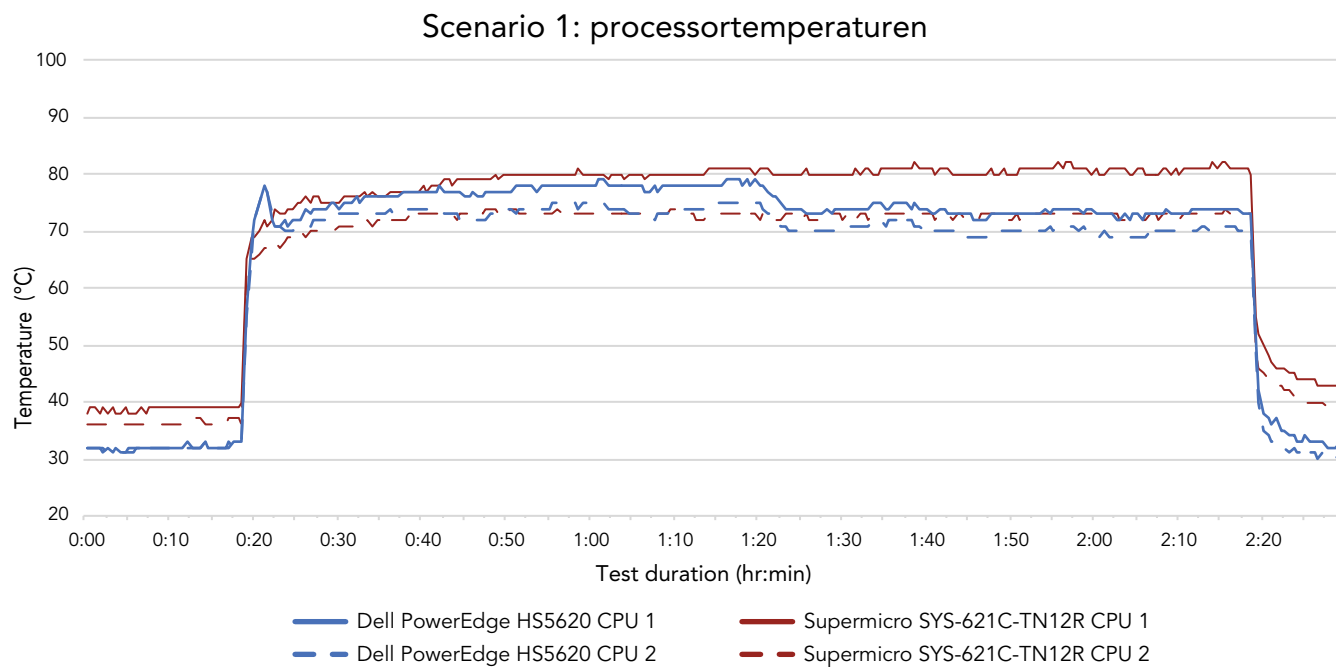
De Dell PowerEdge HS5620 heeft in dit scenario geen waarschuwingen of storingen voor onderdelen vertoond. Het luchtstroomontwerp hield de thermische zones geïsoleerd, waardoor veilige bedrijfstemperaturen voor alle onderdelen werden gehandhaafd. 22 minuten nadat de test was gestart, waarschuwde de BMC (Baseboard Management Controller) van het Supermicro-systeem dat de SSD van het besturingssysteem een kritieke temperatuur had bereikt. Vervolgens werd 10 minuten later bevestigd dat de schijf een niet-herstelbare toestand had bereikt, hoewel de SSD in dit scenario niet uitviel. Dit komt doordat deze BMC-waarschuwing het onderdeel niet heeft gecontroleerd op defect, maar alleen aangaf dat de schijf een drempelwaarde had overschreden waarop een storing dreigt.

Gedurende de twee uur durende workload had de OS SSD van de Dell server een gemiddelde temperatuur van 43,9 °C, terwijl de inactieve SSD gemiddeld 45,5 °C was. De OS SSD van het Supermicro-systeem was gemiddeld 77,5 °C en de inactieve SSD gemiddeld 61,7 °C tijdens de test, tot 33,6 °C warmer dan het Dell systeem. Terwijl de processors van de Dell server gemiddeld 73,7 °C en 70,7 °C bedroegen tijdens de workload, waren de processors van de Supermicro-server gemiddeld 77,9 °C en 71,1 °C.

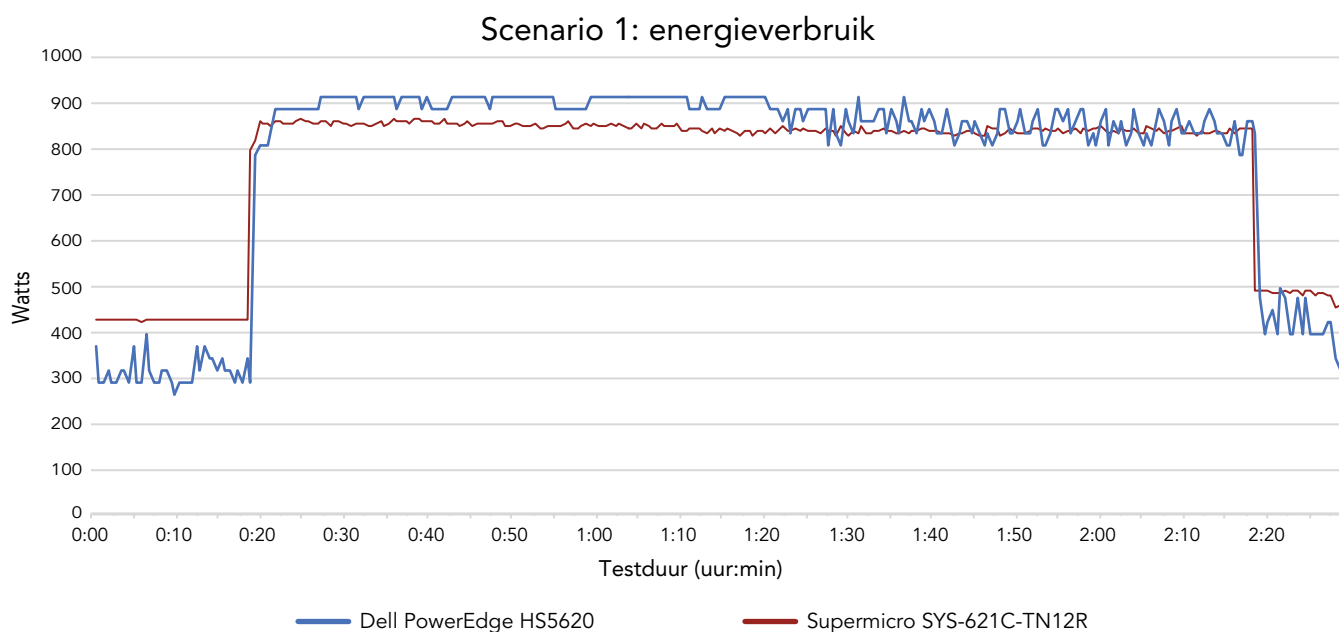
De afbeeldingen 4 en 5 tonen de SSD- en processortemperaturen voor de twee systemen gedurende de twee uur durende test. Afbeelding 6 toont het energieverbruik van de servers, waarbij een toename van het vermogen overeenkomt met het effect van de workload op de systemen, inclusief dat van de ventilatoren die draaien om de servers te koelen.



Afbeelding 4: SSD-temperaturen in de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het eerste scenario, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden bij een omgevingstemperatuur van 25 °C. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. SSD 1 voerde het besturingssysteem uit, terwijl SSD 2 inactief was. Lagere temperaturen zijn beter. Bron: Principled Technologies.



Afbeelding 5: Processortemperaturen in de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het eerste scenario, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden bij een omgevingstemperatuur van 25 °C. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. Lagere temperaturen zijn beter. Bron: Principled Technologies.



Afbeelding 6: Energieverbruik in watt van de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het eerste scenario, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden bij een omgevingstemperatuur van 25 °C. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. Bron: Principled Technologies.

In dit scenario, dat overeenkomt met de dagelijkse praktijk in een datacenter van 25 °C, presteerde de Dell PowerEdge HS5620 zonder problemen, terwijl de Supermicro SYS-621C-TN12R een kritieke waarschuwing gaf voor zijn OS-schijf. Tabel 4 geeft een overzicht van de resultaten van dit testscenario.

Tabel 4: Een samenvatting van onze bevindingen tijdens de eerste twee uur durende test, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden bij een omgevingstemperatuur van 25 °C.

Scenario 1: Omgevingstemperatuur van 25 °C		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Resultaat	✓ Geen systeemstoring	✓ Geen systeemstoring
Onderdeelstoringen	Geen	Geen
Onderdeelwaarschuwingen	Geen	OS SSD
Gemiddelde temperatuur OS SSD	43,9 °C	77,5 °C
Gemiddelde temperatuur inactieve SSD	45,5 °C	61,7 °C
Gemiddelde temperaturen processor	73,7 °C 70,7 °C	77,9 °C 71,1 °C

Scenario 2: Ventilatorstoring

Hoewel zorgvuldige bewaking en regelmatig onderhoud de levensduur van een server kunnen verlengen, kunnen interne onderdelen onverwacht defect raken. In ons tweede testscenario wilden we zien hoe elke server zou presteren bij een ventilatorstoring.

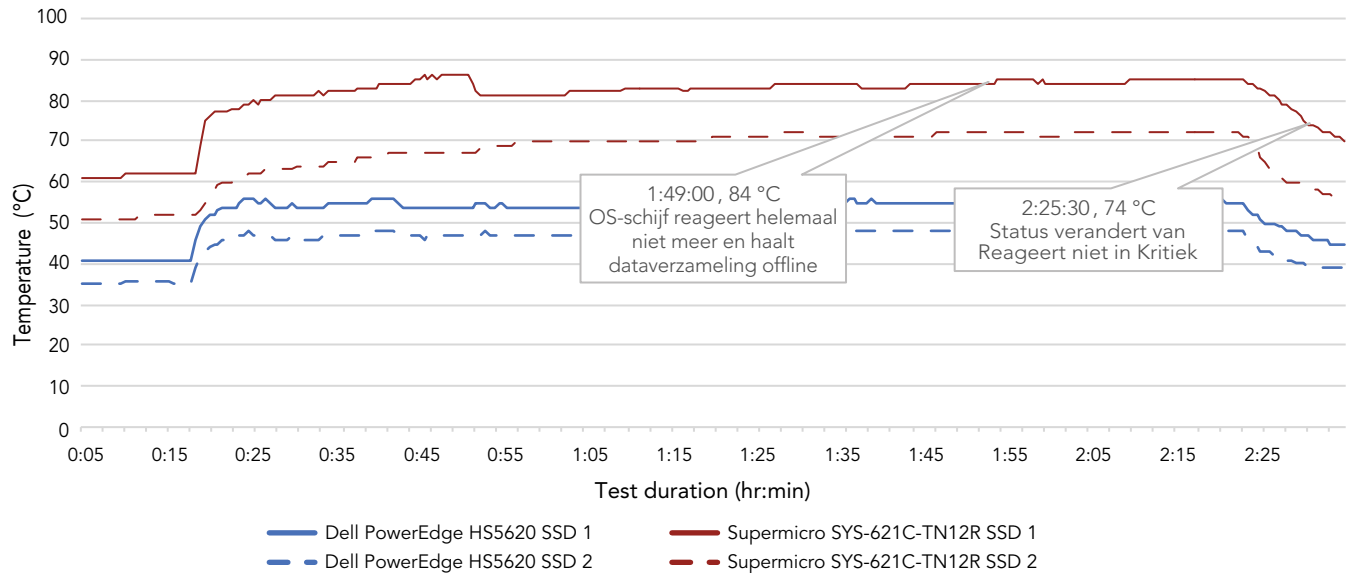
Als het gaat om gelijkwaardige luchtstroomdekking van onderdelen, stelden we vast dat ventilator 1 op de Supermicro-server het beste overeenkomt met ventilator 2 op het Dell systeem. We hebben deze ventilatoren handmatig uitgeschakeld voor onze tests. We startten de test opnieuw bij een omgevingstemperatuur van 25 °C en startten de workload nadat de servers 15 minuten inactief waren geweest. Tijdens de twee uur durende test en gedurende 15 minuten daarna controleerden we de systemen op waarschuwingen en storingen.

De Dell PowerEdge HS5620 ondervond geen enkele onderdeelstoring en gaf geen enkele onderdeelwaarschuwing, terwijl de Supermicro SYS-621C-TN12R (met slechts twee werkende ventilatoren) ons waarschuwde voor hoge temperaturen van de processors, RAM en twee NIC's. **De OS-schijf van het Supermicro-systeem viel 1 uur en 49 minuten na de start van de test uit, wat resulteerde in een systeemstoring; zodra de SSD was afgekoeld en het besturingssysteem weer kon functioneren, moesten we de server opnieuw opstarten via de BMC.** De luchtkanalen en ventilatoren van het systeem konden de tekortkomingen in het koelingsontwerp niet compenseren, zoals luchtstroompatronen die hete lucht van de processors en het geheugen over de SSD's leidden. Het grotere aantal ventilatoren van het Dell systeem, die op een hoger toerental (RPM) draaiden dan die van het Supermicro-systeem, en het luchtstroomontwerp hielpen daarentegen om de systeemonderdelen koeler en werkend te houden.

Ook hierbij stelden we vast dat in het Dell systeem tijdens de twee uur durende workload gemiddeld lagere temperaturen werden gehandhaafd. De OS SSD was gemiddeld 54,2 °C, wat 28,0 °C koeler was dan de OS SSD van de Supermicro-server met een gemiddelde van 82,2 °C. De inactieve SSD van het Dell systeem was gemiddeld 47,0 °C, ofwel 21,5 °C koeler dan het gemiddelde van 68,5 °C van de inactieve SSD van de Supermicro-server. De gemiddelde processortemperaturen waren 56,9 °C en 44,3 °C, terwijl die in de Supermicro-server veel heter werden, namelijk 98,6 °C en 72,8 °C, een temperatuurverschil van tot wel 54,3 °C. We zagen dat de beheersystemen van de Dell server hun prestaties aanpasten wanneer de temperatuur de veiligheidsdrempels overschreed, op basis van het feit of het systeem hardwarestoringen of abnormale omgevingsomstandigheden detecteerde.

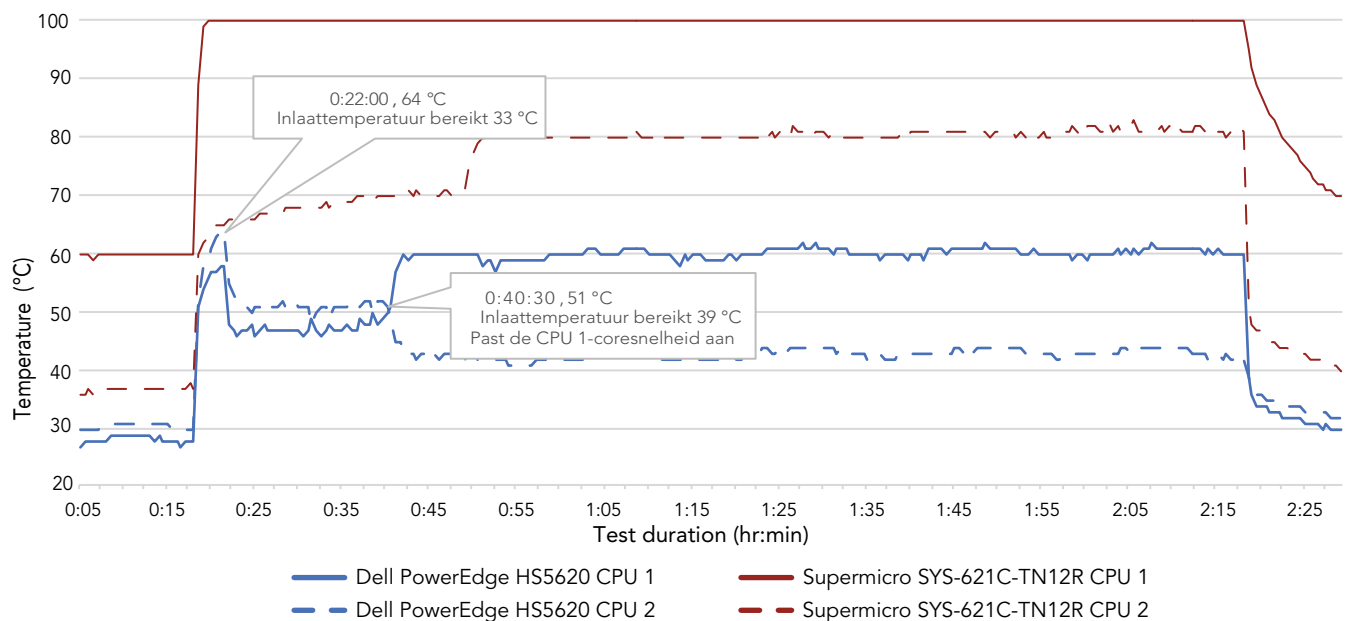
Afbeeldingen 7 en 8 tonen de temperatuurmetingen van de SSD en processor die we hebben verzameld. Afbeelding 9 vergelijkt het stroomverbruik van de systemen terwijl de systemen de workload uitvoerden, waarbij interne warmte werd gegenereerd onder belasting en het verlies van de ventilator werd gecompenseerd.

Scenario 2: SSD-temperaturen



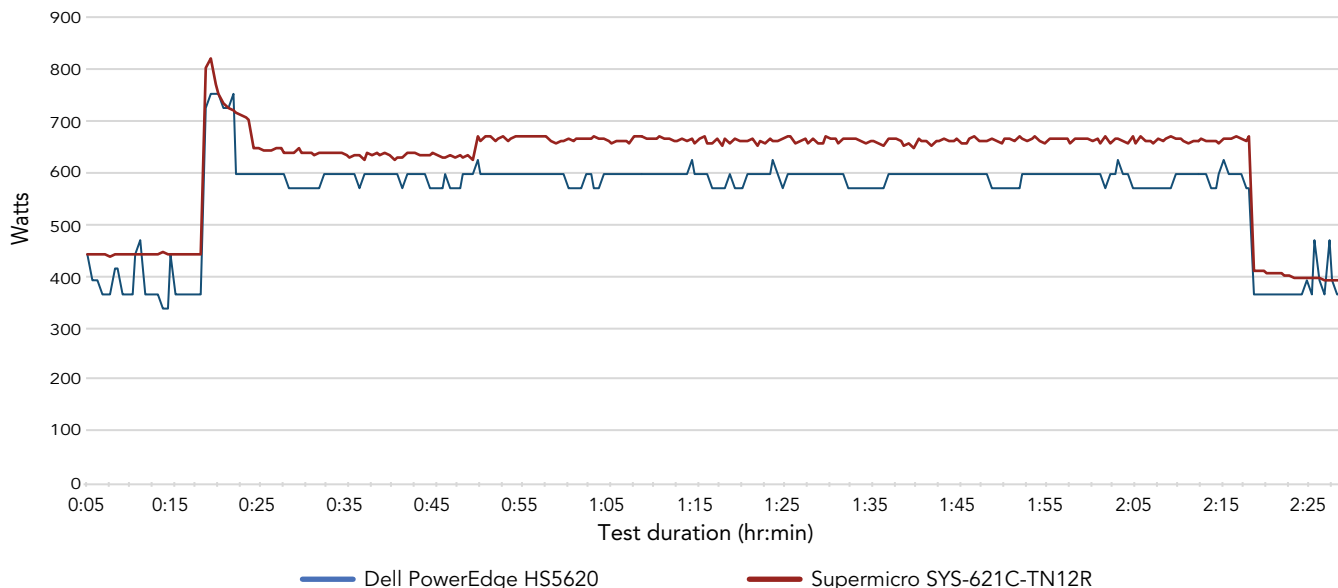
Afbeelding 7: SSD-temperaturen in de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het tweede scenario, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden met één uitgeschakelde ventilator in elke server. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. SSD 1 voerde het besturingssysteem uit, terwijl SSD 2 inactief was. Lagere temperaturen zijn beter. Bron: Principled Technologies.

Scenario 2: Processortemperaturen



Afbeelding 8: Processortemperaturen in de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het tweede scenario, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden met één uitgeschakelde ventilator in elke server. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. Lagere temperaturen zijn beter. Bron: Principled Technologies.

Scenario 2: energieverbruik



Afbeelding 9: Energieverbruik in watt van de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het tweede scenario, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden met één uitgeschakelde ventilator in elke server. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. Bron: Principled Technologies.

Een server die in bedrijf kan blijven wanneer een ventilator uitvalt, geeft een organisatie de tijd om een noodprocedure te implementeren terwijl IT-beheerders het systeem onderhouden. Maar als de OS-schijf van een server of een ander cruciaal onderdeel uitvalt kort nadat de ventilator het begeeft, kunnen belangrijke applicaties onverwacht offline gaan, waardoor gebruikers worden onderbroken. Wachten op een vervangende ventilator kan ervoor zorgen dat de server nog langer niet beschikbaar is. Tabel 5 geeft een overzicht van onze bevindingen van dit testscenario.

Tabel 5: Een samenvatting van onze bevindingen tijdens de tweede twee uur durende test, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden met één uitgeschakelde ventilator in elke server.

Scenario 2: Ventilatorstoring		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Resultaat	✓ Geen systeemstoring	✗ Systeemstoring
Onderdeelstoringen	Geen	OS SSD
Onderdeelwaarschuwingen	Geen	1 SSD, 1 CPU, 1 geheugenmodule, 2 NIC's
Gemiddelde temperatuur OS SSD	54,2 °C	82,2 °C
Gemiddelde temperatuur inactieve SSD	47,0 °C	68,5 °C
Gemiddelde temperaturen processor	56,9 °C 44,3 °C	98,6 °C 72,8 °C

We hebben ook een tweede scenario met een ventilatorstoring uitgevoerd, waarbij de ventilator die we op beide servers hebben uitgeschakeld, zich op een andere positie bevond. Voor dit scenario hebben we vastgesteld dat ventilator 3 in het Supermicro-systeem vergelijkbaar was met ventilator 3 in het Dell systeem. De Dell PowerEdge HS5620 heeft opnieuw geen waarschuwingen of storingen van onderdelen ondervonden, maar de Supermicro SYS-621C-TN12R heeft waarschuwingen afgegeven voor de processoren en SSD's, en een van de twee PSU's is uitgevallen. (Zie de *wetenschap achter het rapport* voor meer informatie over deze test.)

Scenario 3: HVAC-storing

Onverwachte storingen beperken zich niet tot interne serveronderdelen: oververhitting kan ook optreden als er iets misgaat met een faciliteit. Ons derde scenario is gebaseerd op een datacenter waarvan het koelsysteem niet goed werkt.

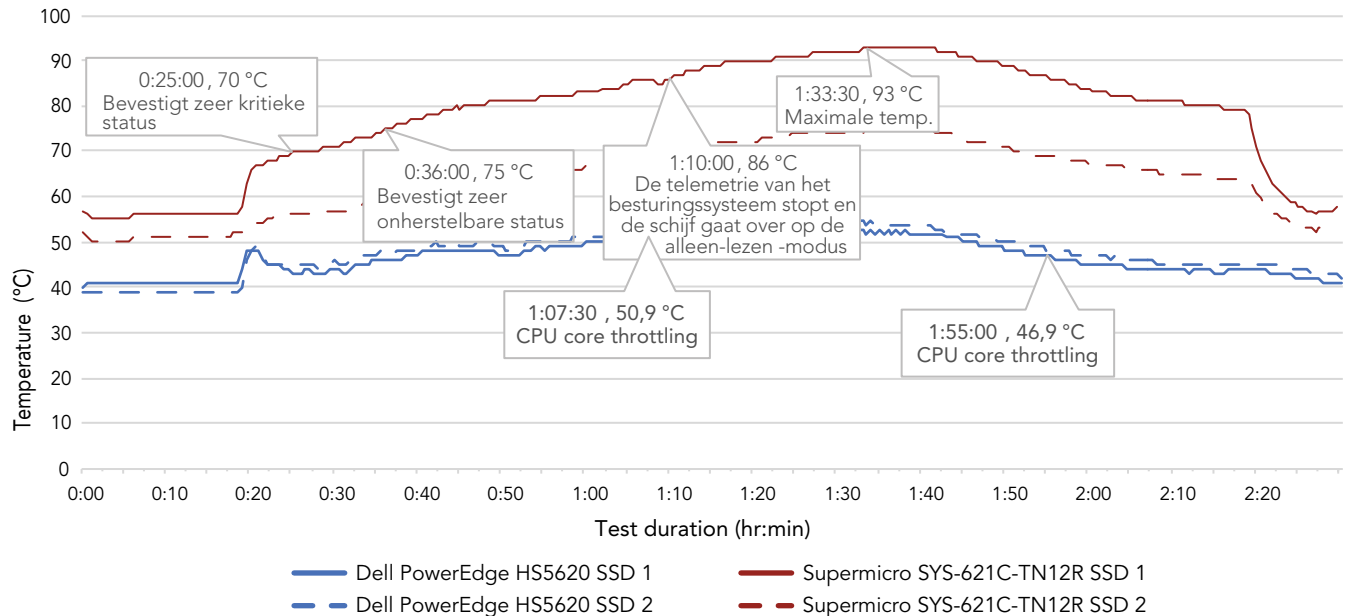
Gedurende 15 minuten hebben we gecontroleerd of alle onderdelen van de servers online en in orde waren bij een omgevingstemperatuur van 25 °C. Vervolgens hebben we de workload 15 minuten uitgevoerd voordat we alle luchtbehandelingseenheden in de testomgeving uitschakelden. Toen de omgevingstemperatuur in de omgeving 35 °C bereikte, ongeveer een uur later, hebben we de luchtbehandelingseenheden weer ingeschakeld om een situatie te simuleren waarin een technisch team het HVAC-systeem repareert. We volgden de voortgang van het afkoelen van de servers totdat de omgevingstemperatuur weer 25 °C was.

Volgens documentatie kan de Dell PowerEdge HS5620 worden uitgevoerd in omstandigheden van 30 °C in de configuratie die we hebben getest.⁵ In dit scenario waarbij de temperatuur steeg tot 35 °C, werkte het systeem voorbij zijn limiet, gaf het geen waarschuwingen voor onderdelen en ondervond het geen storingen. We zagen dat het systeem de coresnelheid van de processor en het energieverbruik aanpaste om oververhitting te voorkomen als reactie op inlaatsensorsignalen (zie de [wetenschap achter het rapport](#) voor meer informatie). **Hoewel in de documentatie van de Supermicro SYS-621C-TN12R staat dat het systeem kan werken in een omgeving van 35 °C,⁶ ontstond in dit scenario een OS SSD-storing, wat resulteerde in een systeemstoring.** De telemetrie van OS-applicaties is bijna een uur na aanvang van de test gestopt. Het systeem reageerde niet meer op SSH- en KVM-opdrachten, dus hebben we het handmatig afgesloten met de BMC. Opmerkelijk is dat het systeem zelfs tijdens deze downtime meer stroom bleef verbruiken dan de Dell PowerEdge HS5620 (afbeelding 12). Het Supermicro-systeem gaf in dit scenario ook waarschuwingen voor hoge temperaturen van een NIC en een processor.

Gedurende de twee uur durende workload was de gemiddelde temperatuur van de OS SSD van het Dell systeem 48,0 °C en van de inactieve SSD gemiddeld 49,2 °C. Vergeleken met de gemiddelde SSD-temperaturen van het Supermicro-systeem, 82,4 °C voor de OS-schijf en 66,4 °C voor de inactieve schijf, heeft het Dell systeem zijn SSD's tot 34,4 °C koeler gehouden.

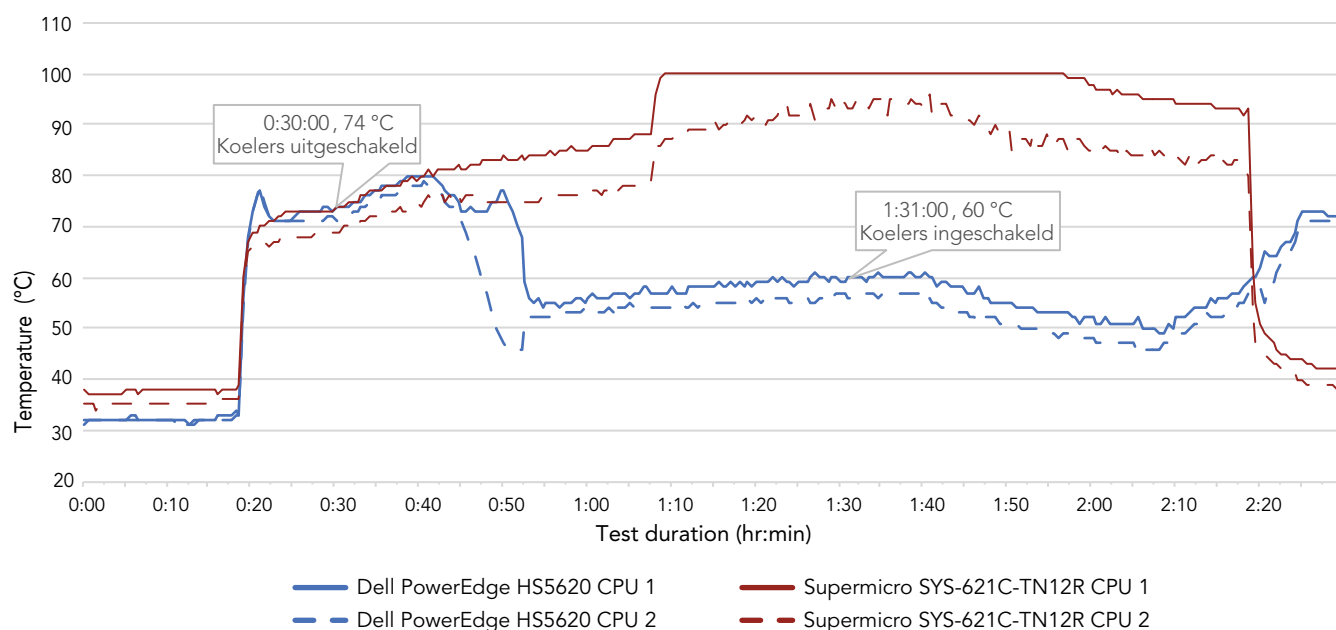
Afbeeldingen 10 en 11 tonen de SSD- en procestemperaturen voor de twee systemen tijdens dit scenario. Afbeelding 12 vergelijkt de toename van het energieverbruik van de systemen wanneer de workload werd uitgevoerd.

Scenario 3: SSD-temperaturen



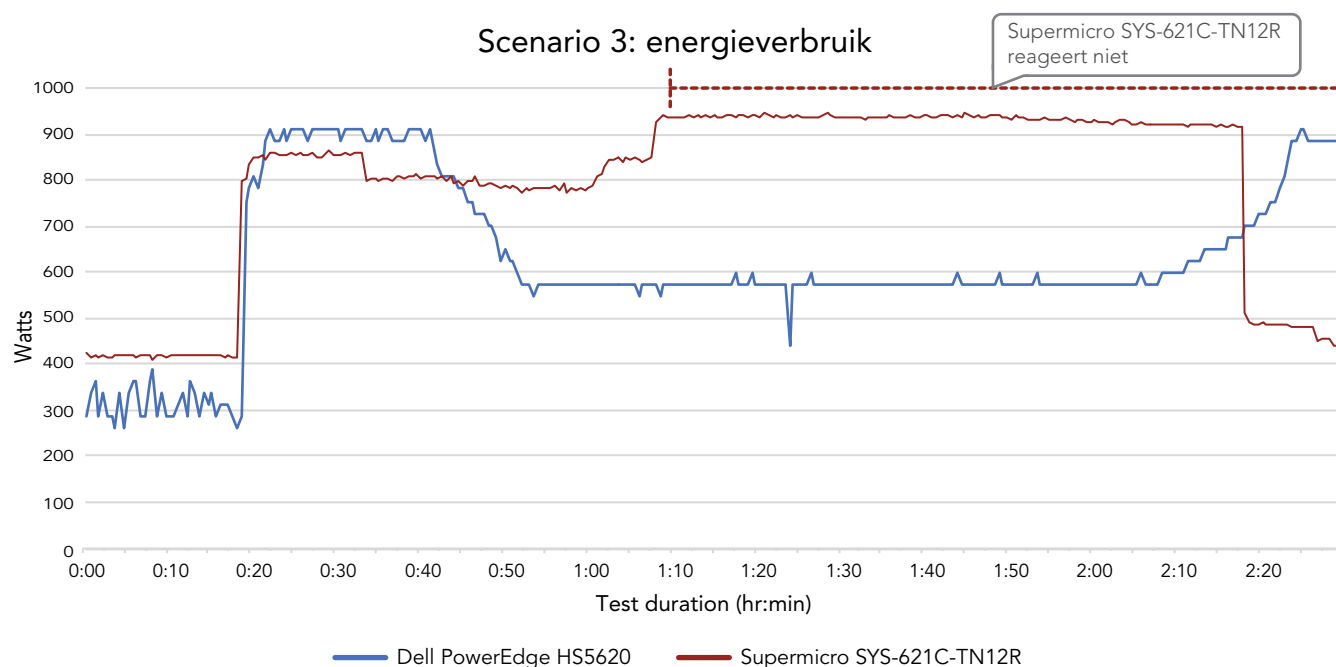
Afbeelding 10: SSD-temperaturen in de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het derde scenario, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden terwijl de omgevingstemperatuur steeg van 25 °C naar 35 °C om een HVAC-storing te simuleren. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. SSD 1 voerde het besturingssysteem uit, terwijl SSD 2 inactief was. Lagere temperaturen zijn beter. Bron: Principled Technologies.

Scenario 3: processortemperaturen



Afbeelding 11: Processortemperaturen in de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het derde scenario, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden terwijl de omgevingstemperatuur steeg van 25 °C naar 35 °C om een HVAC-storing te simuleren. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. Lagere temperaturen zijn beter. Bron: Principled Technologies.

Scenario 3: energieverbruik



Afbeelding 12: Energieverbruik in watt van de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het derde scenario, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden terwijl de omgevingstemperatuur steeg van 25 °C naar 35 °C om een HVAC-storing te simuleren. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. Bron: Principled Technologies.

In een situatie waarin het HVAC-systeem van een datacenter onvoldoende presteert of uitvalt, kan een server die blijft werken, ervoor zorgen dat onderbrekingen voor gebruikers en kritieke activiteiten tot een minimum beperkt blijven. Een dergelijke oplossing kan ook IT-beheerders tijd en moeite besparen: als een server waarschuwingen geeft of uitvalt door oververhitting, moet een beheerder extra tijd besteden om deze te controleren, en mogelijk zelfs handmatig opnieuw opstarten. Tabel 6 geeft een overzicht van onze bevindingen bij dit testscenario.

Tabel 6: Een samenvatting van onze bevindingen tijdens de derde twee uur durende test, waarbij de servers een floating-point workload uitvoerden terwijl de omgevingstemperatuur steeg van 25 °C naar 35 °C om een HVAC-storing te simuleren.

Scenario 3: HVAC-storing		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Resultaat	✓ Geen systeemstoring	✗ Systeemstoring
Onderdeelstoringen	Geen	OS SSD
Onderdeelwaarschuwingen	Geen	2 SSD's, 1 CPU, 1 NIC
Gemiddelde temperatuur OS SSD	48,0 °C	82,4 °C
Gemiddelde temperatuur inactieve SSD	49,2 °C	66,4 °C
Gemiddelde temperaturen processor	60,5 °C 56.6 °C	89,0 °C 80,8 °C

Over de Dell PowerEdge HS5620

Volgens Dell is de 2U, de PowerEdge HS5620 met twee sockets, "speciaal gebouwd voor de populairste IT-applicaties van cloudserviceproviders".⁷ Met maximaal twee 5e generatie Intel® Xeon® schaalbare processors, maximaal 16 DDR5 RDIMM's met een snelheid tot 5600 MT/sec en een selectie van door leveranciers gevalideerde firmware COMM-kaarten en SSD's, biedt de PowerEdge HS5620 "prestaties op maat, I/O-flexibiliteit en open ecosysteembeheer".⁸ Ga voor meer informatie naar <https://www.dell.com/en-us/shop/ipovw/poweredge-hs5620>.

Conclusie: Bied tolerantie tegen hoge temperaturen met de Dell PowerEdge HS5620 om de efficiëntie te verhogen

Door de temperatuur van uw datacenter te verhogen, kan uw organisatie stappen zetten op het gebied van energie-efficiëntie en kosten besparen op koeling. Met servers die bestand zijn tegen deze hogere dagelijkse temperaturen, maar ook tegen hoge temperaturen als gevolg van onvoorziene omstandigheden, kan uw bedrijf de prestaties blijven leveren die uw apps en klanten nodig hebben.

Bij het uitvoeren van een intensieve floating-point workload op een Dell PowerEdge HS5620 en een Supermicro SYS-621C-TN12R in drie scenariotypen, waarbij gebruikelijke bewerkingen bij 25 °C, een ventilatorstoring en een HVAC-storing werden gesimuleerd, ondervond de Dell server geen onderdeelwaarschuwingen of storingen. De Supermicro-server vertoonde waarschuwingen in alle drie de scenariotypen en ondervond onderdeelstoringen in de laatste twee tests, waardoor het systeem onbruikbaar werd. Bij het inspecteren en analyseren van elk systeem ontdekten we dat de lay-out, de ventilatoren en het chassis van het moederbord van de Dell PowerEdge HS5620 server voordelen boden op het gebied van koeling.

Voor bedrijven die hun duurzaamheidsdoelstellingen willen halen door warmere datacenters te draaien en voor bedrijven die aandacht besteden aan het ontwerp van de serverkoeling, is de Dell PowerEdge HS5620 een uitstekende kandidaat om hogere temperaturen aan te kunnen tijdens dagelijkse werkzaamheden en bij onverwachte storingen.

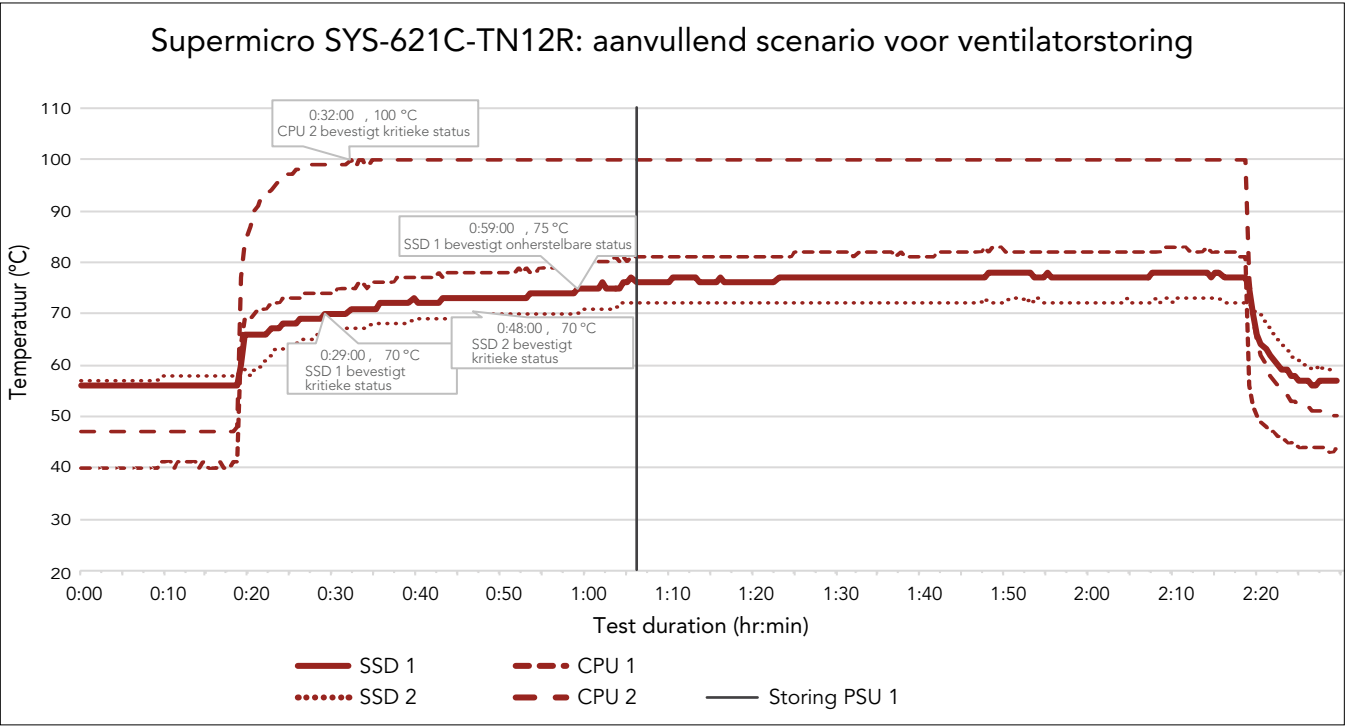
-
1. ENERGY STAR, "5 Simple Ways to Avoid Energy Waste in Your Data Center", geopend op 8 april 2024, https://www.energystar.gov/products/data_center_equipment/5-simple-ways-avoid-energy-waste-your-data-center.
 2. Supermicro, "Supermicro 80 mm Hot-Swappable middenventilator (FAN-0206L4)", geopend op 9 april 2024, https://store.supermicro.com/us_en/80mm-fan-0206l4.html.
 3. Electronics Cooling, "The Hidden Risk of Invisible Airflow Imbalance in an Efficient Contained Data Center", geopend op 4 april 2024, <https://www.electronics-cooling.com/2016/07/the-hidden-risk-of-invisible-airflow-imbalance-in-an-efficient-contained-data-center/>.
 4. ASHRAE TC9.9, "Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices", geopend op 24 april 2024, https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/ashrae_tc0909_power_white_paper_22_june_2016_revised.pdf.
 5. Dell, "Dell PowerEdge HS5620 Technical Guide", geopend op 8 mei 2024, <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-technical-guide.pdf>.
 6. Supermicro, "CloudDC SuperServer SYS-621C-TN12R", geopend op 26 april 2024, <https://www.supermicro.com/en/products/system/datasheet/sys-621c-tn12r>.
 7. Dell, "PowerEdge HS5620 Specification Sheet", geopend op 1 april 2024, <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-spec-sheet.pdf>.
 8. Dell, "PowerEdge HS5620 Specification Sheet".

De wetenschap achter het rapport

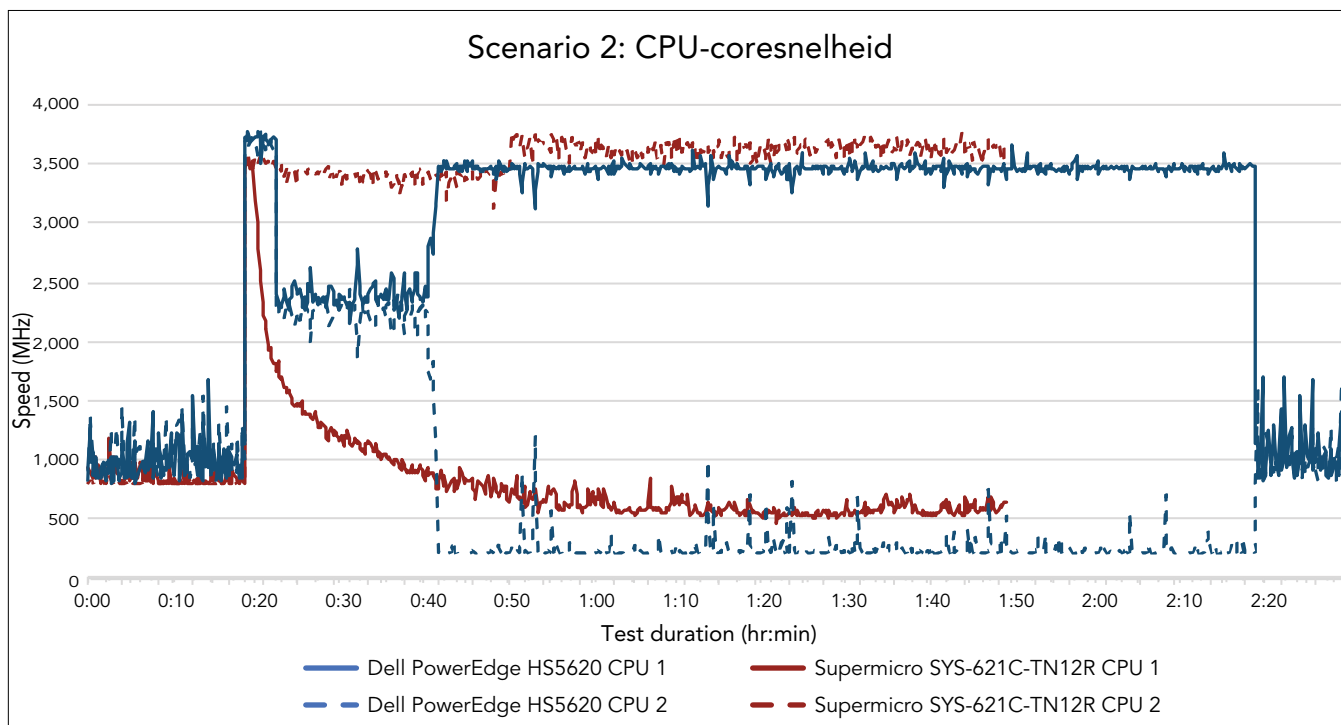
In dit hoofdstuk geven we een overzicht van onze volledige resultaten en beschrijven we onze testmethodes en de oplossingen waarmee we hebben getest.

Op 9 april 2024 hebben we onze praktijktests afgesloten. Tijdens het testen hebben we de juiste hardware- en softwareconfiguraties bepaald en updates toegepast zodra deze beschikbaar waren. De resultaten in dit rapport geven de configuraties weer die we op maandag 11 maart 2024 of eerder hebben afgerond. Onvermijdelijk vertegenwoordigen deze configuraties mogelijk niet de nieuwste versies die beschikbaar zijn wanneer dit rapport wordt weergegeven.

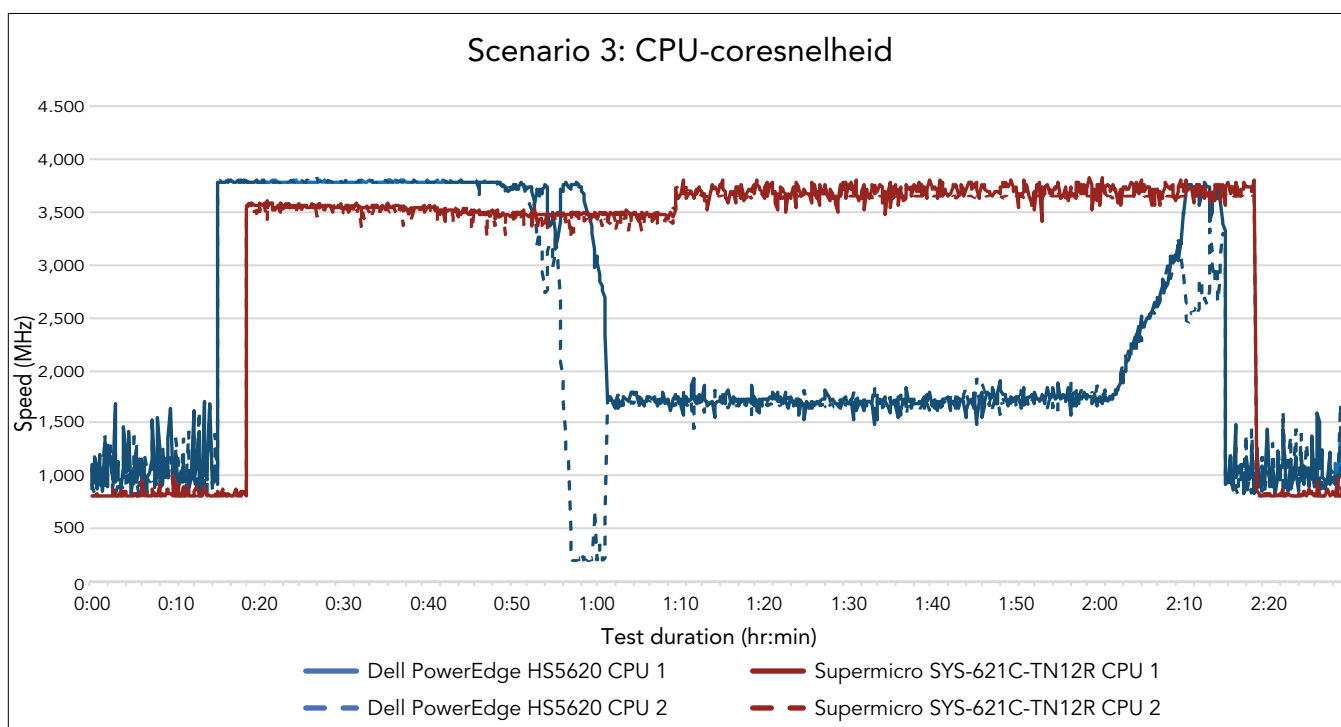
Grafieken



Afbeelding 1: SSD- en procesortemperaturen in de Supermicro® SYS-621C-TN12 tijdens een extra scenario met ventilatorstoring, waarbij de server een floating-point workload uitvoerde met ventilator 3 uitgeschakeld. De workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. SSD 1 voerde het besturingssysteem uit, terwijl SSD 2 inactief was. Bron: Principled Technologies.



Afbeelding 2: Processorcoresnelheden van de Dell™ PowerEdge™ HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het eerste scenario met ventilatorstoring. De floating-point workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. Bron: Principled Technologies.



Afbeelding 3: Processorcoresnelheden van de Dell PowerEdge HS5620 en de Supermicro SYS-621C-TN12 tijdens het scenario met HVAC-storing. De floating-point workload begon om 0.15 uur en eindigde om 2.15 uur. Bron: Principled Technologies.

Informatie over systeemconfiguratie

Tabel 1: Gedetailleerde informatie over de systemen die we hebben getest.

Informatie over systeemconfiguratie	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
BIOS-naam en -versie	Dell 2.1.3	Supermicro 2.1
Niet-standaard BIOS-instellingen	Prestaties per watt (OS)	N.v.t.
Naam en versie-/buildnummer besturingssysteem	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3
Datum van de laatste toegepaste OS-updates/ patches	11-3-2024	28-1-2024
Beleid voor energiebeheer	Prestaties per watt (OS)	Evenwichtige prestaties
Processor		
Aantal processors	2	2
Leverancier en model	Intel® Xeon® Gold 6444Y	Intel Xeon Gold 6444Y
Aantal cores (per processor)	16	16
Frequentie van kern (GHz)	3,60 (4.0 turbo)	3,60 (4.0 turbo)
Stepping	8	8
Geheugenmodule(s)		
Totale hoeveelheid geheugen in systeem (GB)	1024	1024
Aantal geheugenmodules	16	16
Leverancier en model	Hynix® HMC94AEBRA109N	SK Hynix HMC94MEBRA123N
Grootte (GB)	64	64
Type	DDR5 DIMM	DDR5
Snelheid (MHz)	4800	4800
Snelheid bij draaien in de server (MHz)	4800	4800
Storagecontroller (storage aan voorkant)		
Leverancier en model	Dell HBA355i Adp	Supermicro MegaRAID AOC-S3916L-H16iR-32DD-P
Cachegrootte (GB)	0	8
Firmwareversie	24.15.14.00	5.240.02-3768
Versie driver	N.v.t.	52.24.0-4766
Storagecontroller (NVMe® M.2)		
Leverancier en model	Dell BOSS-N1 Monolithic	N.v.t.
Cachegrootte (GB)	0	N.v.t.
Firmwareversie	2.1.13.2025	N.v.t.
Lokale storage (OS)		
Aantal harde schijven	2	2
Leverancier en model van schijf	Dell NVMe PE8010 RI M.2 960 GB	Micron® 7450 MTFDKBA960TFR

Informatie over systeemconfiguratie	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Schijfgrootte (GB)	960	960
Schijfinformatie (snelheid, interface, type)	8 GT/s M.2 SSD	PCIe® M.2 NVMe
Lokale storage (data)		
Aantal harde schijven	12	12
Leverancier en model van schijf	HGST HUH721212AL5200	WDC WUH721814ALE6L4
Schijfgrootte (GB)	120.000	1400
Schijfinformatie (snelheid, interface, type)	12 Gbps SAS 3,5" HDD	6 Gb SATA 3,5" HDD
Netwerkadapter A		
Leverancier en model	4x Intel 25G 2P E810-XXV	3x Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S)
Aantal en type poorten	2x 25 Gb	2x 25 Gb
Versie driver	22.5.7	4.20 (0x800177B4)
Netwerkadapter B		
Leverancier en model	1x Broadcom® NetXtreme Gigabit Ethernet (BCM5720)	1x Intel E810-XXVAM2 (AOC-A25G-i2SM)
Aantal en type poorten	2x 1 Gb	2x 25 Gb
Versie driver	22.71.3	4.30 (0x800177B4)
Koelventilatoren		
Aantal, leverancier, model	1x Dell HPR Gold 5x Dell HPR Silver	3x Supermicro middenventilator FAN-0206L4
Voedingen		
Leverancier en model	Dell 05222NA00	Supermicro PWS-1K23A-1R
Aantal voedingen	2	2
Vermogen per stuk (W)	1800	1200

Hoe we hebben getest

Om een omgeving te creëren waarin we de temperatuur volledig konden controleren en meten, bouwden we een behuizing op maat rond een volledig gevulde 42U-serverrack. We hebben zowel het Dell systeem als het Supermicro-systeem getest op dezelfde positie in de rack en we verzamelden de interne servertemperaturen tijdens drie scenariotypen. We hebben de stress-ng benchmark uitgevoerd op de servers in de rack in vier fasen, elk met een tussentijd van 1 minuut en 10 seconden. De Dell en Supermicro-systemen die we hebben getest, lanceerden de workload in de vierde fase, 3 minuten en 30 seconden nadat de eerste servers waren gestart met de workload. Hieronder beschrijven we de stappen die we hebben genomen om de tests in te stellen en uit te voeren.

Ubuntu 22.04.3 installeren en configureren

1. Start op vanaf Ubuntu 22.04.3 media.
2. Selecteer "Try or Install Ubuntu Server".
3. Laat in het taalmenu de standaardinstellingen staan en selecteer "Done".
4. Selecteer "Update to the new installer".
5. Laat bij de toetsenbordconfiguratie de standaardinstellingen staan en selecteer "Done".
6. Laat bij het installatietype de standaardinstellingen staan en selecteer "Done".
7. Laat in het netwerkverbindingenmenu de standaardinstellingen staan en selecteer "Done".
8. Laat in het scherm voor proxy configureren de standaardwaarden staan en selecteer "Done".
9. Wacht in het scherm Ubuntu archiefspiegelserver configureren tot de test geslaagd is en selecteer "Done".
10. Laat in het scherm voor begeleide storageconfiguratie de standaardinstellingen staan en selecteer "Done".
11. Laat in het overzichtsscherm voor de storageconfiguratie de standaardwaarden staan en selecteer "Done".
12. Selecteer "Continue" om de destructieve actie te bevestigen.
13. Voer in het scherm voor profielinstellingen onder "Your name and Username" `ptuser` in. Voer onder "Your servers name" een naam in en bevestig een wachtwoord.
14. Selecteer "Done".
15. Laat in het scherm "Upgrade to Ubuntu Pro" de standaardwaarden staan en selecteer "Continue".
16. Selecteer in het SSH setup-scherm "Install OpenSSH server" en selecteer "Done".
17. Laat in het scherm met de aanbevolen serversnaps de standaardwaarden staan en selecteer "Done".
18. Wanneer de installatie is voltooid, selecteert u "Reboot now".
19. Log in op Ubuntu met de referenties die u hierboven hebt gemaakt.
20. Verwerk updates:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

21. Installeer CIFS-hulpprogramma's en wijs de PT-share toe:

```
sudo apt install cifs-utils
sudo mkdir /mnt/pt-data01
sudo mount -t cifs //10.41.1.21/pt /mnt/pt-data01/ -o "rw,user=<useraccount>,pass=<password>"
```

22. Configureer netwerken:

```
sudo cp /etc/netplan/*.yaml /etc/netplan/00-installer-config.yaml.bak
sudo nano /etc/netplan/*.yaml
```

23. Zoek de gewenste netwerkadapter en voer de volgende aanpassingen uit:

```
addresses:
- <IP_Address>/<CIDR>
routes:
- to: default
  via: <Default_Gateway>
nameservers:
  search: [<NameServer1>, <NameServer2>]
  addresses: [<DNS_IP1>, <DNS_IP2>, <DNS_IP3>]
```


24. Test het gewijzigde bestand en pas het toe:

```
sudo netplan try
sudo netplan apply
```

25. Stel de hostnaam in:

```
sudo hostnamectl set-hostname <NewHostname>
```

26. Start de host opnieuw op:

```
sudo shutdown -r now
```

Sudo zonder wachtwoord implementeren

Implementeren aan de clientzijde

1. Bewerk het sudoers-bestand:

```
sudo visudo /etc/sudoers
```

2. Voeg het volgende toe, helemaal aan het einde van het bestand:

```
ptuser ALL=(ALL:ALL) NOPASSWD: ALL
```

Implementeren aan de controllerzijde

1. Genereer het SSH-sleutelpaar:

```
ssh-keygen -t rsa -b 4096 -N "" -f "$HOME/.ssh/id_rsa.pub"
```

2. Kopieer de openbare SSH-sleutel naar elke externe server:

```
ssh-copy-id ptuser@<remote_server_IP>
```

TIG-P-stack implementeren voor dataverzameling

Docker configureren

1. Log in op de logboekcomputer als ptuser.
2. Bereid de installatie van Docker voor:

```
sudo apt update
sudo apt install ca-certificates curl
sudo install -m 0755 -d /etc/apt/keyrings
sudo curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg -o /etc/apt/keyrings/docker.asc
sudo chmod a+r /etc/apt/keyrings/docker.asc
```

3. Voeg de repository toe aan Apt-bronnen en installeer:

```
echo \
  "deb [arch=$(dpkg --print-architecture) signed-by=/etc/apt/keyrings/docker.asc] https://download.
```

```
docker.com/linux/ubuntu \
$(. /etc/os-release && echo "$VERSION_CODENAME" stable" | \
sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list > /dev/null
sudo apt update
sudo apt install docker-ce docker-ce-cli containerd.io docker-buildx-plugin docker-compose-plugin
```

Huntabyte TIG-stack configureren

1. Kloon de tig-stack-repository op de logboekcomputer:

```
git clone https://github.com/huntabyte/tig-stack.git
```

2. Bewerk het .env-bestand voor uw implementatie:

```
sudo nano tig-stack/.env
```

3. Voer voor FluxDB de gebruikersnaam, het wachtwoord, de organisatie, de bucket en de bewaartermijn als volgt in:

```
DOCKER_INFLUXDB_INIT_USERNAME: admin
DOCKER_INFLUXDB_INIT_Password: <PasswordHere>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_ORG: PT
DOCKER_INFLUXDB_INIT_BUCKET: <BucketName>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_RETENTION: 52w
```

4. Genereer een willekeurige hexadecimale tekenreeks van 32 tekens met de volgende opdracht en voer het resultaat voor het admin-token in het .env-bestand in:

```
openssl rand -hex 32
```

5. Sla op en sluit af.
6. Bewerk telegraf.conf:

```
sudo nano tig-stack/telegraf/telegraf.conf
```

7. Stel de volgende waarden in:

```
services:
  influxdb:
    image: influxdb
  telegraf:
    image: gibletron/telegraf-ipmitool
  grafana:
    image: grafana/grafana-oss
  links:
    - prometheus
```

8. Sla op en sluit af.
9. Start Docker compose (headless / detached):

```
sudo docker-compose up -d
```

10. Voer op elke server die u wilt monitoren de volgende opdracht uit:

```
sudo apt install telegraf
```

11. Om de InfluxDB-beheerinterface te openen, bladert u naar het IP-adres van de InfluxDB-host met poort 8086.

12. Maak indien nodig API-token(s) aan en zorg ervoor dat u ze vastlegt voordat u het venster sluit.
13. Klik onder "Load Data" op "API Tokens" en klik op "Generate API Token".
14. Op elke server die u wilt monitoren, bewerkt u /etc/telegraf/telegraf.conf met het volgende:

```
[[outputs.influxdb_v2]]
  urls = ["<influxDB_IP>:8086"]
  token = "<API_token>"
  organization = "PT"
  bucket = "<bucket_name>"
```

15. Voeg op elk systeem dat wordt getest het volgende toe:

```
[[inputs.intel_powerstat]]
  cpu_metrics = ["cpu_frequency"]
```

16. Sla op en sluit af.
17. Start Telegraf opnieuw op:

```
sudo systemctl restart telegraf
```

Prometheus configureren

1. Voeg het volgende toe aan /home/ptuser/tig-stack/docker-compose.yml:

```
prometheus:
  image: prom/prometheus:latest
  volumes:
    - ${PROM_CFG_PATH}:/etc/prometheus/prometheus.yml
    - prom-storage:/prometheus
  ports:
    - 9090:9090
  volumes:
    prom-storage:
```

2. Sla op en sluit af.
3. Bewerk het .env-bestand en voeg het volgende toe:

```
PROM_CFG_PATH=./prometheus/prometheus.yml
```

4. Sla op en sluit af.
5. Voer op elke server die u wilt monitoren de volgende opdracht uit:

```
sudo apt install dbus prometheus-node-exporter prometheus-node-exporter-collectors -y
```

6. Voer op elk systeem dat wordt getest de volgende opdracht uit:

```
sudo apt install prometheus -y
```

7. Als u de bewakingstaak in Prometheus wilt maken, voegt u het volgende toe aan /home/ptuser/tig-stack/prometheus/prometheus.yml:

```
- job_name: "<custom_name>"
  static_configs:
    - targets: ["<target_IP:9090>"]
```

8. Voeg extra taken en/of doelen toe door extra items te maken, vergelijkbaar met stap 7. U kunt andere doelen toevoegen voor dezelfde taak als een andere doelregel.
9. Sla op en sluit af.

Testen met stress-ng

In elk testscenario hebben we deze stappen gevolgd om de stress-ng floating-point workload uit te voeren.

1. Voer op elke server de volgende opdracht uit:

```
sudo apt install stress-ng linux-tools-generic -y
```

2. Voer op elke server die wordt getest de volgende opdrachten uit:

```
sudo modprobe rapl
sudo modprobe intel_rapl_common
sudo modprobe intel_rapl_msr
sudo modprobe msr
sudo modprobe intel-uncore-frequency
sudo setcap cap_sys_rawio,cap_dac_read_search,cap_sys_admin+ep /usr/bin/telegraf
sudo chmod -R a+rx /sys/devices/virtual/powercap/intel-rapl/
```

3. Ga op elke server die wordt getest naar https://github.com/andikleen/pmu-tools/blob/master/event_download.py, download het RAW-bestand en voer het uit:

```
sudo chmod +x event_download.py
./event_download.py
```

4. Installeer PSSH op de controller:

```
sudo apt install pssh -y
```

5. Maak op de controller bestanden die u kunt gebruiken tijdens het uitvoeren van stress-ng:

```
sudo touch ~/.pssh_hosts_file
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave1
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave2
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave3
sudo touch ~/.pssh_hosts_file_wave4
```

6. Bewerk het bestand ~/.pssh_hosts_file en voer alle IP-adressen van de server in, één op elke regel.
7. Bewerk de bestanden ~/.pssh_hosts_file_wave1 tot ~/.pssh_hosts_file_wave4 en voer in elk bestand op de juiste manier een vierde van de IP-adressen in.
8. Test of alle servers online zijn en reageren op externe opdrachten:

```
sudo pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file uptime
```

9. Maak op de controller een logboekmap voor de stress-ng-test:

```
sudo mkdir /var/log/stress-ng
sudo chmod 777 /var/log/stress-ng
```

10. Voer een test uit met de volgende opdrachten, bewerk "wave1" door het juiste wavenummer te gebruiken.

```
pssh -i -h ~/.pssh_hosts_file_wave1 sudo stress-ng --cpu 4 --matrix 0 --cpu-method matrixprod --mq 4 --hdd 6 --tz --metrics --perf --times --aggressive -t 2h --log-file /var/log/stress-ng/$(date +%Y%m%d_%H%M%S').log
```

► Bekijk de oorspronkelijke, Engelse versie van dit rapport op <https://facts.pt/gP509my>

Dit project is uitgevoerd in opdracht van Dell Technologies.



Facts matter.®

Principled Technologies is een geregistreerd handelsmerk van Principled Technologies, Inc. Alle andere productnamen zijn de handelsmerken van hun respectieve eigenaren.

NIET-AANSPRAKELIJKHEIDSVERKLARING; BEPERKING VAN AANSPRAKELIJKHEID:

Principled Technologies, inc. heeft redelijke inspanningen geleverd om zorg te dragen voor de nauwkeurigheid en geldigheid van de tests. Principled Technologies, Inc. biedt evenwel geen uitdrukkelijke dan wel geïmpliceerde garanties met betrekking tot de testresultaten en -analysen en de nauwkeurigheid, volledigheid of kwaliteit daarvan, met inbegrip van geïmpliceerde garanties voor de geschiktheid voor een bepaald doel. Alle personen of rechtspersonen die vertrouwen op de resultaten van deze tests, doen dit op hun eigen risico en aanvaarden dat Principled Technologies, Inc., haar werknemers en haar onderaannemers niet aansprakelijk zijn voor claims met betrekking tot verlies of schade naar aanleiding van vermeende fouten of gebreken in testprocedures of -resultaten.

Principled Technologies, Inc. zal in geen geval aansprakelijk zijn voor gevolg-, indirecte, speciale of incidentele of schade met betrekking tot de tests, zelfs als Principled Technologies, Inc. is gewezen op de mogelijkheid van dergelijke schade. De aansprakelijkheid van Principled Technologies, Inc. is in elke situatie beperkt tot het bedrag dat is betaald in verband met de tests door Principled Technologies, Inc. De klant beschikt alleen over de verhaalsmogelijkheden die hier worden vermeld.