



Utrzymały temperaturę dysku SSD systemu operacyjnego niższą o 33°C*

w temperaturze otoczenia 25°C



Kontynuacja bez awarii w warunkach 35°C,

podczas gdy serwer Supermicro SYS-621C-TN12R uległ awarii



Utrzymały temperaturę dysku SSD systemu operacyjnego niższą o 34°C*

w scenariuszu niesprawności systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji

* Średnie temperatury w ciągu dwugodzinnego obciążenia roboczego w porównaniu z temperaturami serwera Supermicro SYS-621C-TN12R

Poprawa efektywności energetycznej w centrum przetwarzania danych: serwery Dell PowerEdge HS5620 z pewnością wytrzymają wyższą temperaturę

W scenariuszach testów w wysokiej temperaturze serwer Dell PowerEdge HS5620 kontynuował intensywne obciążenie robocze bez ostrzeżeń i awarii dotyczących podzespołów, podczas gdy serwer Supermicro SYS-621C-TN12R uległ awarii

Eksploatacja centrum przetwarzania danych w wyższej temperaturze może pomóc organizacjom zaoszczędzić na kosztach chłodzenia i zużyciu energii. ENERGY STAR® zauważa, że takie środki mogą być korzystne finansowo: „Każdy wzrost temperatury o 1°F może zaoszczędzić od 4% do 5% kosztów energii”¹. Ale centrum danych może pozostać ciepłe tylko na tyle, na ile pozwala jego sprzęt. Serwery, które wytrzymają wyższą temperaturę na co dzień, mogą pomóc organizacjom w realizacji celów zrównoważonego rozwoju. Dzięki odpowiedniej konstrukcji termicznej serwer może działać nawet w wyższej temperaturze w przypadku nieoczekiwanych okoliczności, takich jak awaria wentylatora wewnętrznego lub awarie środowiska zewnętrznego.

W PT przetestowaliśmy dwa serwery 2U zoptymalizowane pod kątem chmury: Dell™ PowerEdge™ HS5620 i Supermicro® SYS-621C-TN12R. Aby stworzyć środowisko, w którym możemy w pełni kontrolować i mierzyć temperaturę, zbudowaliśmy obudowę wokół całkowicie wypełnionej szafy serwerowej. Wszystkie serwery w szafie serwerowej obsługiwały intensywne syntetyczne obciążenie zmiennoprzecinkowe podobne do obciążenia wnioskowania uczenia maszynowego, które obciążało procesory systemów i generowało ciepło w środowisku.

Monitorowaliśmy temperaturę wewnętrzną serwerów Dell i Supermicro podczas trzech rodzajów testów opartych na scenariuszach: temperatura otoczenia 25°C, awaria wentylatora i niesprawność systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji w centrum przetwarzania danych. W tych testach system firmy Dell pracował bez ostrzeżeń o wysokiej temperaturze podzespołów i awarii. Dla porównania, system Supermicro generował ostrzeżenia we wszystkich scenariuszach i awarie podzespołów w drugim i trzecim scenariuszu, co powodowało przestoje systemu, wymagające ręcznej interwencji. Dzięki atrakcyjnej konstrukcji chłodzenia serwer Dell PowerEdge HS5620 bezbłędnie poradzi sobie z każdym wyzwaniem.

Sposób testowania

Tabela 1 przedstawia kluczowe informacje o konfiguracji dwóch przetestowanych serwerów zoptymalizowanych pod kątem chmury. Więcej informacji w sekcji *Tło naukowe raportu*.

Tabela 1. Kluczowe szczegóły konfiguracji testowanych przez nas serwerów.

	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Procesory	2 procesory Intel® Xeon® Gold 6444Y	2 procesory Intel Xeon Gold 6444Y
Pamięć	1024 GB pamięci RAM DDR5	1024 GB pamięci RAM DDR5
Karta sieciowa (NIC)	Intel E810-XXV z 2 portami 25 GbE	Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S) z 2 portami 25 GbE
Pamięć masowa	2 dyski SSD M.2 NVMe®	2 dyski SSD M.2 NVMe
Kontroler pamięci masowej	Dell BOSS N1	Pamięć masowa PCIe® dołączana bezpośrednio
Zasilacz (PSU)	2 moduły Dell 05222NA00 1800 W	2 Supermicro HMC94MEBRA123N 1200 W
Wentylatory	5x Dell HPR Silver 1x Dell HPR Gold	3 środkowe wentylatory Supermicro FAN-0206L4
System operacyjny	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3

Skonfigurowaliśmy serwer firmy Dell z kontrolerem pamięci masowej i dwoma dyskami M.2 NVMe w celu dopasowania do konfiguracji pamięci masowej serwera Supermicro. Konfiguracja serwera firmy Dell obejmowała pięć wentylatorów Dell HPR Silver i jeden wentylator Dell HPR Gold. Serwer Supermicro obsługiwał trzy wentylatory o średnicy 8 cm, czyli maksymalną liczbę, jaką mógł pomieścić w czasie testów. Aby umożliwić monitorowanie wydajności, dostosowaliśmy ustawienia profilu systemu BIOS na serwerze firmy Dell do opcji „Performance Per Watt (OS)”. Zachowaliśmy domyślną konfigurację systemu BIOS serwera Supermicro, „OS Controls EPB”, ponieważ to ustawienie pozwalało nam monitorować dane wymagane przez nasze testy.

Aby stworzyć środowisko, w którym mogliśmy kontrolować i mierzyć temperaturę, zbudowaliśmy niestandardową obudowę wokół całkowicie załadowanej szafy serwerowej 42U. Serwery Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12R umieściliśmy na środku szafy serwerowej w tej samej pozycji, w której je testowaliśmy. Resztę szafy serwerowej 42U skonfigurowaliśmy za pomocą przełącznika umieszczonego na górze szafy oraz różnych serwerów 2U i 1U, a także serwerów kasetowych i obudów, które generowały ciepło podczas wykonywania obciążeń roboczych. Uzyskaliśmy zarządzanie pasmem podstawowym i telemetrię na poziomie systemu operacyjnego w celu monitorowania komponentów za pomocą narzędzi innych firm Telegraf™ i Prometheus.

Przetestowaliśmy serwery w trzech rodzajach scenariuszy: typowe działanie w temperaturze otoczenia 25°C, wewnętrzna awaria wentylatora (dwukrotnie, za każdym razem wyłączane inne wentylatory) oraz niesprawność systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, gdy temperatura otoczenia wzrosła do 35°C. W każdym z tych scenariuszy użyliśmy narzędzia stress-ng do obciążenia zdolności procesorów do obliczeń zmiennoprzecinkowych. Ten typ obciążenia roboczego ma kluczowe znaczenie dla przypadków użycia, w tym szkolenia sztucznej inteligencji i obliczeń o wysokiej wydajności (HPC). Więcej informacji można znaleźć na stronie 3. Szafa serwerów uruchomiła obciążenie robocze w czterech falach, przy czym testowane przez nas systemy Dell i Supermicro uruchomiły obciążenie robocze w czwartej fali, 3 minuty i 30 sekund po uruchomieniu pierwszych serwerów. Monitorowaliśmy temperaturę i statystyki sprzętu przez 15 minut przed rozpoczęciem obciążenia roboczego, przez całe dwugodzinne obciążenie robocze i przez 15 minut po zakończeniu obciążenia.

Aby uzyskać więcej informacji na temat naszych testów, wyników i konfiguracji, zapoznaj się z sekcją *Tło naukowe raportu*.

Omówienie naszych ustaleń

W Tabelach 2 i 3 pokazujemy, jak różne podzespoły serwerów radziły sobie podczas każdego testu. Jeśli co najmniej jeden z wymienionych typów podzespołów wykazał ostrzeżenie lub awarię, zwracamy na to uwagę poniżej. Jak pokazano w Tabeli 2, podzespoły serwera Dell PowerEdge HS5620 działały w każdym scenariuszu bez wyświetlania żadnych ostrzeżeń. Tymczasem Supermicro SYS-621C-TN12R doświadczył co najmniej jednego ostrzeżenia w każdym typie scenariusza, w tym w temperaturze otoczenia 25°C, a także awarii podzespołu w scenariuszu niesprawności systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji i w obu scenariuszach awarii wentylatora (Tabela 3). Awarie dysków SSD systemu operacyjnego, które zaobserwowaliśmy podczas testów, skutkowały awarią systemu, czyniąc system Supermicro bezużytecznym i wymagającym ręcznej interwencji. Na kolejnych stronach przeanalizujemy projekty termiczne serwerów i dokładniej przyjrzymy się tym wynikom.

Tabela 2. Jak kluczowe podzespoły serwera Dell PowerEdge HS5620 poradziły sobie w scenariuszach testowych — omówienie.

Dell PowerEdge HS5620				
Kategoria podzespołu	Temperatura otoczenia 25°C	Awaria wentylatora 2	Awaria wentylatora 3	Niesprawność systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji
Procesor	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii
RAM	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii
Karta sieciowa	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii
Dysk SSD M.2	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii
Zasilacz	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii

Tabela 3. Jak kluczowe podzespoły serwera Supermicro SYS-621C-TN12R poradziły sobie w scenariuszach testowych — omówienie.

Supermicro SYS-621C-TN12R				
Kategoria podzespołu	Temperatura otoczenia 25°C	Awaria wentylatora 1	Awaria wentylatora 3	Niesprawność systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji
Procesor	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	▲ Ostrzeżenie	▲ Ostrzeżenie	▲ Ostrzeżenie
RAM	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	▲ Ostrzeżenie	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii
Karta sieciowa	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	▲ Ostrzeżenie	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	▲ Ostrzeżenie
Dysk SSD M.2	▲ Ostrzeżenie	✗ Awaria	▲ Ostrzeżenie	✗ Awaria
Zasilacz	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✓ Brak ostrzeżeń i awarii	✗ Awaria	✓ Brak ostrzeżeń i awarii

Informacje o obciążeniu roboczym, którego użyliśmy w naszych testach

Użyliśmy narzędzia stress-ng do uruchomienia obciążenia zmiennoprzecinkowego w testowanych przez nas systemach. Obliczenia zmiennoprzecinkowe odgrywają kluczową rolę w zarządzaniu obliczeniami matematycznymi obejmującymi liczby z częściami ułamkowymi. Są one szczególnie ważne w przypadku obciążeń naukowych i inżynierskich, które wymagają precyzyjnych obliczeń numerycznych, takich jak trenowanie sztucznej inteligencji, algorytmy uczenia maszynowego, symulacje naukowe, modelowanie finansowe i aplikacje do projektowania wspomagane komputerowo (CAD).

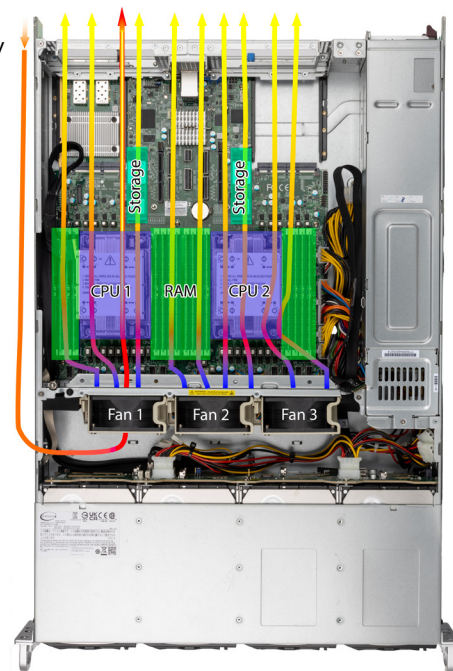
Analiza konstrukcji chłodzenia systemu: szczegóły zalet serwera Dell PowerEdge HS5620

Analiza konstrukcji termicznych systemów jest kluczem do zrozumienia, jak działały one w każdym scenariuszu testowym. Serwery wykorzystują kilka elementów konstrukcyjnych, aby utrzymać niską temperaturę systemów, takich jak konstrukcja płyty głównej. Umieszczenie wrażliwych podzespołów na płycie głównej może pomóc w ochronie tych elementów przed wzajemnym przegrzaniem. Ponadto wentylatory zapewniają przepływ powietrza, a konstrukcja obudowy powinna również pomagać chronić podzespoły przed gorącym powietrzem. Poniżej omówiono następujące elementy konstrukcyjne serwerów Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12R

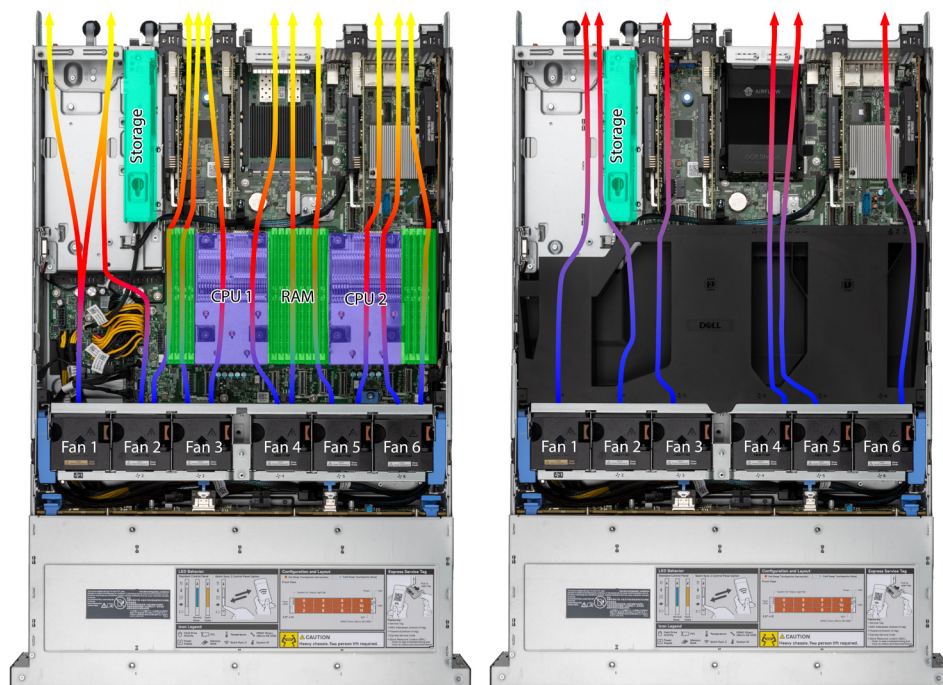
Konstrukcja płyty głównej

Układ płyty głównej systemu Supermicro był szczególnie problematyczny, jeśli chodzi o rozmieszczenie modułów M.2 NVMe. Na przykład w drugim i trzecim scenariuszu testowym wzrosła nawet temperatura bezczynnego dysku SSD, ponieważ znajdował się on bezpośrednio za obciążonym procesorem. Ponadto po prawej stronie obudowy nie było dedykowanego wentylatora doprowadzającego powietrze do modułu dystrybucji zasilania (PDU), który łączyłby dwa zasilacze z resztą systemu. Zamiast tego system Supermicro opierał się na przepływie powietrza z wentylatorów wbudowanych w zasilacze z tyłu obudowy. Chociaż nie zaobserwowaliśmy awarii tej jednostki PDU, BMC zgłosiło awarię zasilacza podczas drugiego scenariusza awarii wentylatora, demonstrując wadę tej konstrukcji (więcej informacji na temat tego testu można znaleźć w sekcji *Tło naukowe raportu*). Patrz Rysunek 1.

Natomiast płyta główna serwera Dell PowerEdge HS5620 miała bardziej skomplikowaną konstrukcję. W modułach chłodzących w procesorach zastosowano ciepłowody na radiatorach, aby umożliwić bardziej efektywne chłodzenie. Listwa PDU została zintegrowana z płytą główną, co pozwoliło na płynniejszy przepływ powietrza nad jej elementami. W testowanej przez nas konfiguracji jednostka PDU była wyposażona w wentylatory Dell HPR Gold i Dell HPR Silver, które zapewniały chłodzenie podzespołów. Jak widać na Rysunku 2, otwory w kierownicy powietrza systemu firmy Dell przepuszczają chłodne powietrze, ograniczając w ten sposób przenoszenie ciepła między podzespołami.



Rysunek 1. Przetestowany układ płyty głównej Supermicro SYS-621C-TN12. Dodaliśmy etykiety podzespołów i strzałki, które pokazują kierunek przepływu powietrza z wentylatorów, przy czym chłodniejsze powietrze jest oznaczone kolorami niebieskimi i fioletowymi, a cieplejsze – czerwonymi, pomarańczowymi i żółtymi. Źródło: Principled Technologies.



Rysunek 2. Przetestowany układ płyty głównej serwera Dell PowerEdge HS5620, pokazujący dolną warstwę termiczną (po lewej) i górną warstwę termiczną (po prawej), rozdzielone przez kierownicę powietrza. Dodaliśmy etykiety podzespołów i strzałki, które pokazują kierunek przepływu powietrza z wentylatorów, przy czym chłodniejsze powietrze jest oznaczone kolorami niebieskimi i fioletowymi, a cieplejsze – czerwonymi, pomarańczowymi i żółtymi. Źródło: Principled Technologies.

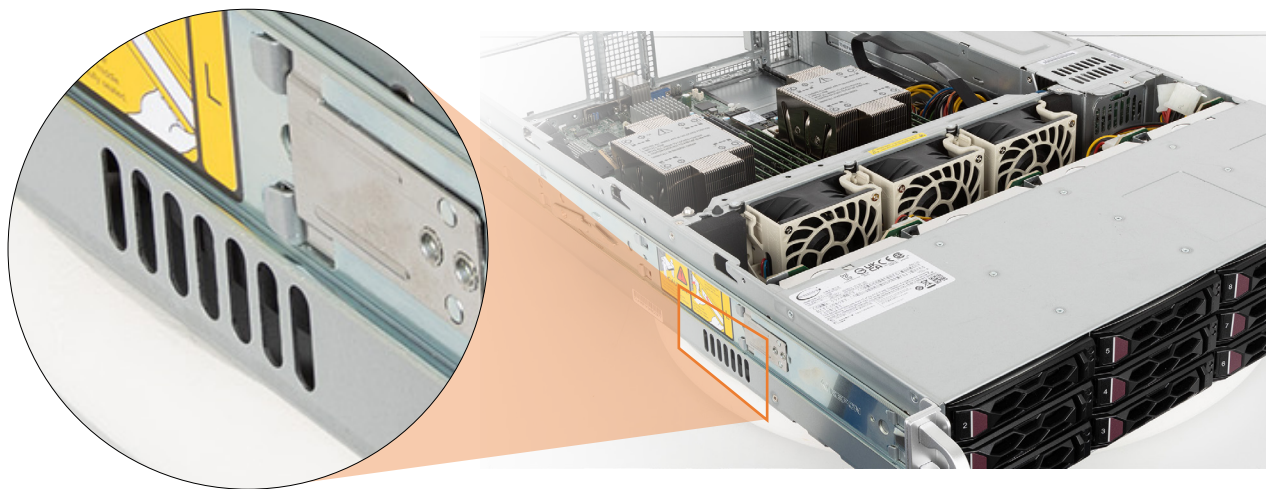
Wentylatory

Wentylatory systemu są kluczowym elementem konstrukcji chłodzenia. Przetestowana przez nas konfiguracja Dell PowerEdge HS5620 składała się z pięciu wentylatorów Dell HPR Silver 60 mm i jednego wentylatora Dell HPR Gold 60 mm. Przetestowany przez nas Supermicro SYS-621C-TN12R wykorzystywał do chłodzenia trzy główne wentylatory 80 mm. W obu serwerach każdy z zasilaczy miał wbudowany dodatkowy dedykowany wentylator.

Stopy sześciennie na minutę (CFM) to wartość znamionowa, która wskazuje, ile powietrza może poruszyć wentylator. Zgodnie z etykietami, sześć wentylatorów w systemie firmy Dell miało moc 57,26 CFM każdy (łącznie 343,56 CFM), podczas gdy trzy wentylatory w systemie Supermicro miały 104,7 CFM każdy² (łącznie 314,10 CFM). Chociaż te sumy były zbliżone, CFM to nie wszystko, jeśli chodzi o serwer. W naszych testach stwierdziliśmy również, że wentylatory serwera Supermicro SYS-621C-TN12R pracowały z prędkością około 13 500 obr./min przy maksymalnym obciążeniu. W naszych testach dwuwirnikowe wentylatory serwera Dell PowerEdge HS5620 obracały się z prędkością około 20 000 obr./min. Te różnice w prędkości i konstrukcji umożliwiły wentylatorom systemu firmy Dell generowanie wyższego ciśnienia statycznego, co oznacza, że przepychały powietrze przez system z większą siłą. Oznacza to również, że przeciwdziałały przeciwcisnieniu w gorącym korytarzu, co ma kluczowe znaczenie dla skutecznego chłodzenia,³ ponieważ sprzęt w centrum danych z silniejszymi wentylatorami może przytłoczyć wentylatory o zbyt małej mocy, skutkując niewystarczającym chłodzeniem.

Konstrukcja obudowy

Obudowa Supermicro SYS-621C-TN12R była wyposażona w otwory wentylacyjne po obu stronach, między wentylatorami a płytą backplane pamięci masowej, których nie było w serwerze firmy Dell. Teoretycznie otwory te mogą wpuszczać dodatkowy strumień powietrza do obudowy w środowisku serwera na wolnym powietrzu bez ograniczeń w postaci szafek czy gorących korytarzy. Jednak w praktyce konstrukcja szaf w centrum danych oznacza, że boki obudowy serwera znajdują się w tej samej strefie termicznej co gorący korytarz: ponieważ szafy serwerowe i szafki umożliwiają swobodny przepływ powietrza po bokach serwerów, otwory te nie są odizolowane. Zamiast wypuszczać gorące powietrze lub zasysać zimne, otwory wentylacyjne mogą przepuszczać ogrzane powietrze zza stosu serwerów do wnętrza obudowy i krążyć w podzespołach, tworząc pętlę grzewczą. Patrz Rysunek 3.



Rysunek 3. Otwory wentylacyjne w testowanej przez nas obudowie Supermicro SYS-621C-TN12R, które umożliwiają cyrkulację podgrzanego powietrza z gorącego korytarza przez podzespoły serwera. Źródło: Principled Technologies.

Najważniejsze ustalenia dotyczące konstrukcji termicznej

Układ płyty głównej serwera **Dell PowerEdge HS5620** pomógł ograniczyć przenikanie ciepła między podzespołami. System miał w sumie sześć wentylatorów obracających się z prędkością 20 000 obr./min każdy. W układzie płyty głównej serwera **Supermicro SYS-621C-TN12R** wrażliwe podzespoły zostały umieszczone blisko siebie. System miał w sumie trzy wentylatory obracające się z prędkością 13 500 obr./min każdy. Ponadto otwory wentylacyjne z boku obudowy umożliwiały cyrkulację ogrzanego powietrza z gorącego korytarza przez system.

Dell PowerEdge HS5620 działał bez żadnego ostrzeżenia o podzespołach. Supermicro SYS-621C-TN12R doznał awarii w dwóch scenariuszach

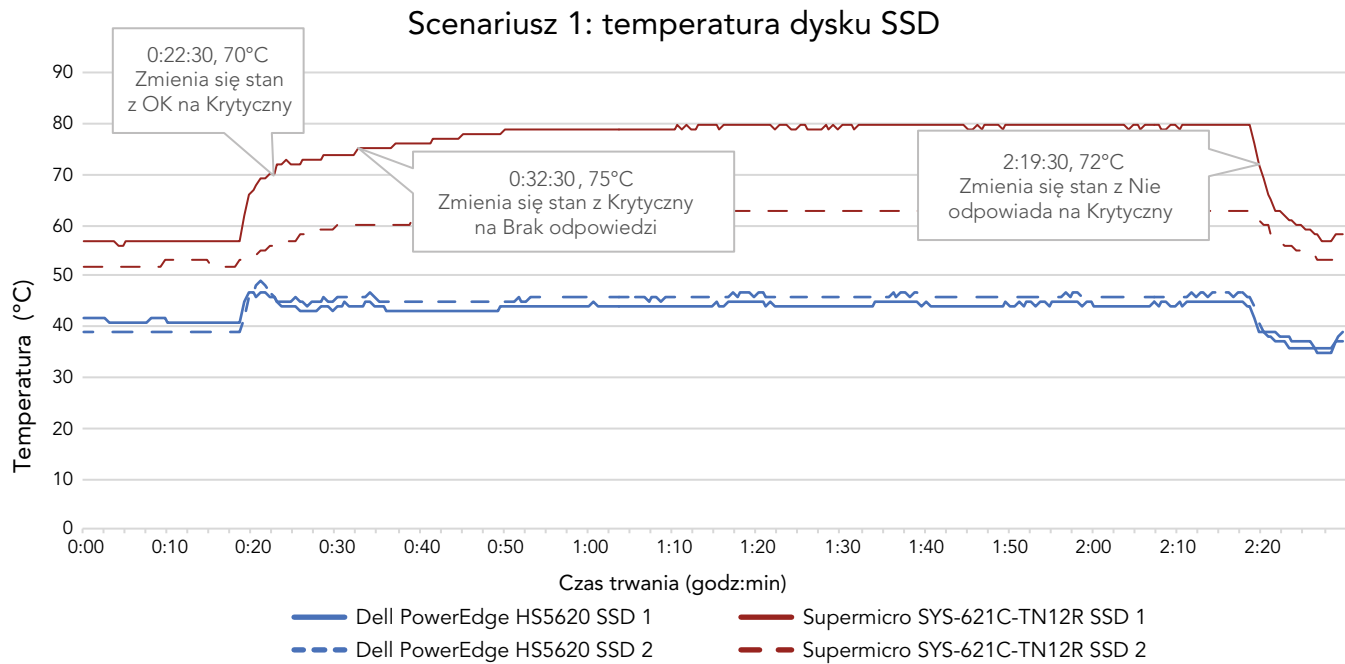
Scenariusz 1: temperatura otoczenia 25°C

Aby sprawdzić, jak serwery działają w typowej temperaturze centrum danych, przeprowadziliśmy nasz pierwszy scenariusz. Amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierów Ogrzewnictwa, Chłodnictwa i Klimatyzacji (ASHRAE) zaleca utrzymywanie typowego centrum danych w temperaturze od 18°C do 27°C, chociaż temperatury do 45°C są dopuszczalne w przypadku niektórych klas urządzeń⁴. W tym scenariuszu wybrano temperaturę otoczenia na poziomie 25°C w środowisku testowym podczas uruchamiania obciążeń roboczych na serwerach.

W tym scenariuszu serwer Dell PowerEdge HS5620 nie wyświetlał żadnych ostrzeżeń ani awarii dotyczących podzespołów. Konstrukcja przepływu powietrza utrzymywała izolację stref termicznych i bezpieczną temperaturę roboczą dla wszystkich komponentów. Z kolei po 22 minutach testu kontroler Baseboard Management Controller (BMC) systemu Supermicro ostrzegł, że dysk SSD systemu operacyjnego osiągnął temperaturę krytyczną. Następnie, 10 minut później, stwierdził, że dysk osiągnął stan niemożliwy do odzyskania, chociaż dysk SSD nie uległ awarii w tym scenariuszu. Wynika to z faktu, że alert BMC nie sondował podzespołu pod kątem awarii — wskazywał jedynie, że dysk przekroczył próg, w którym awaria może być nieuchronna.

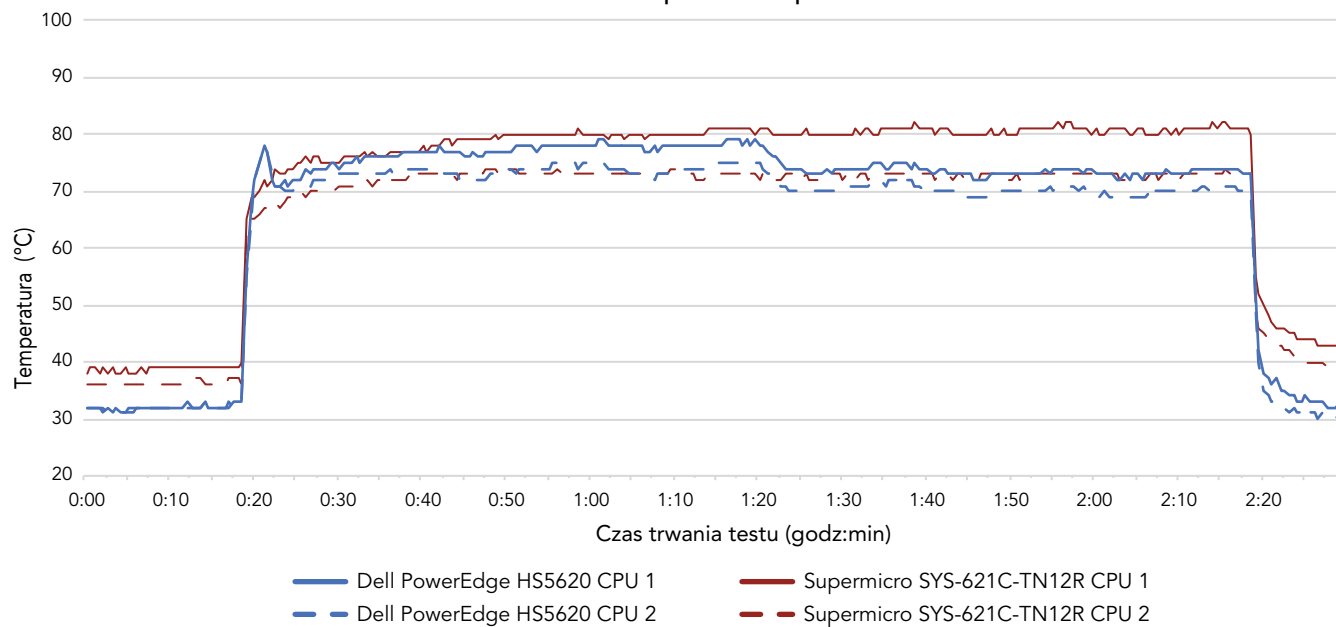
W trakcie dwugodzinnego obciążenia temperatura dysku SSD systemu operacyjnego serwera Dell wynosiła średnio 43,9°C, podczas gdy bezczynny dysk SSD miał średnio 45,5°C. Podczas testu temperatura dysku SSD systemu Supermicro wynosiła średnio 77,5°C, a bezczynnego dysku SSD 61,7°C — temperatura do 33,6°C wyższa niż w systemie firmy Dell. Podczas gdy procesory serwera firmy Dell miały średnią temperaturę 73,7°C i 70,7°C podczas obciążenia, procesory serwera Supermicro miały średnią temperaturę 77,9°C i 71,1°C.

Na Rysunkach 4 i 5 przedstawiono temperaturę dysku SSD i procesora obu systemów w trakcie dwugodzinnego testu. Rysunek 6 przedstawia zużycie energii przez serwery, gdzie wzrost mocy odpowiada wpływowi obciążenia roboczego na systemy, w tym wentylatory pracujące w celu chłodzenia serwerów.



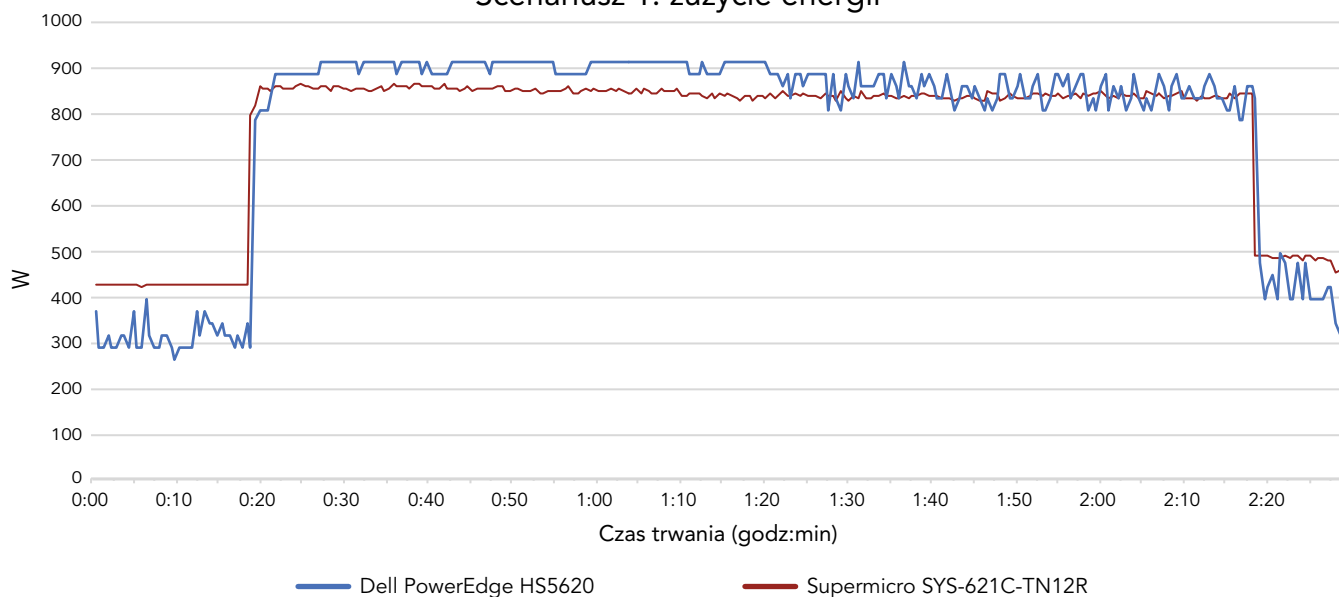
Rysunek 4. Temperatura dysków SSD w serwerach Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 w pierwszym scenariuszu, w którym serwery działały przy obciążeniu zmiennoprzecinkowym w temperaturze otoczenia wynoszącej 25°C. Obciążenie robocze rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Dysk SSD 1 uruchomił system operacyjny, podczas gdy dysk SSD 2 był bezczynny. Niższe temperatury są lepsze. Źródło: Principled Technologies.

Scenariusz 1: temperatura procesora



Rysunek 5. Temperatura procesorów w serwerach Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 w pierwszym scenariuszu, w którym serwery działały przy obciążeniu zmiennoprzecinkowym w temperaturze otoczenia wynoszącej 25°C. Obciążenie robocze rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Niższe temperatury są lepsze. Źródło: Principled Technologies.

Scenariusz 1: zużycie energii



Rysunek 6. Zużycie energii w watach w serwerach Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 w pierwszym scenariuszu, w którym serwery działały przy obciążeniu zmiennoprzecinkowym w temperaturze otoczenia wynoszącej 25°C. Obciążenie robocze rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Źródło: Principled Technologies.

W tym scenariuszu, odzwierciedlającym codzienne operacje w centrum przetwarzania danych w temperaturze 25°C, serwer Dell PowerEdge HS5620 działał bez zastrzeżeń, podczas gdy serwer Supermicro SYS-621C-TN12R wyświetlał krytyczne ostrzeżenie dotyczące dysku systemu operacyjnego. Tabela 4 podsumowuje wyniki tego scenariusza testowego.

Tabela 4. Podsumowanie naszych ustaleń w trakcie pierwszego dwugodzinnego testu, w którym serwery uruchomiły obciążenie zmiennoprzecinkowe w temperaturze otoczenia 25°C.

Scenariusz 1: Temperatura otoczenia 25°C		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Rozwiązanie	✓ Brak awarii systemu	✓ Brak awarii systemu
Awarie podzespołów	Brak	Brak
Ostrzeżenia dotyczące podzespołów	Brak	Dysk SSD systemu operacyjnego
Średnia temperatura dysku SSD systemu operacyjnego	43,9°C	77,5°C
Średnia temperatura bezczynnego dysku SSD	45,5°C	61,7°C
Średnia temperatura procesora	73,7°C	77,9°C
	70,7°C	71,1°C

Scenariusz 2: awaria wentylatora

Nawet jeśli staranne monitorowanie i regularne serwisowanie może wydłużyć żywotność serwera, wewnętrzne podzespoły mogą nieoczekiwanie ulec awarii. W naszym drugim scenariuszu testowym chcieliśmy sprawdzić, jak każdy serwer poradziłby sobie w przypadku awarii wentylatora.

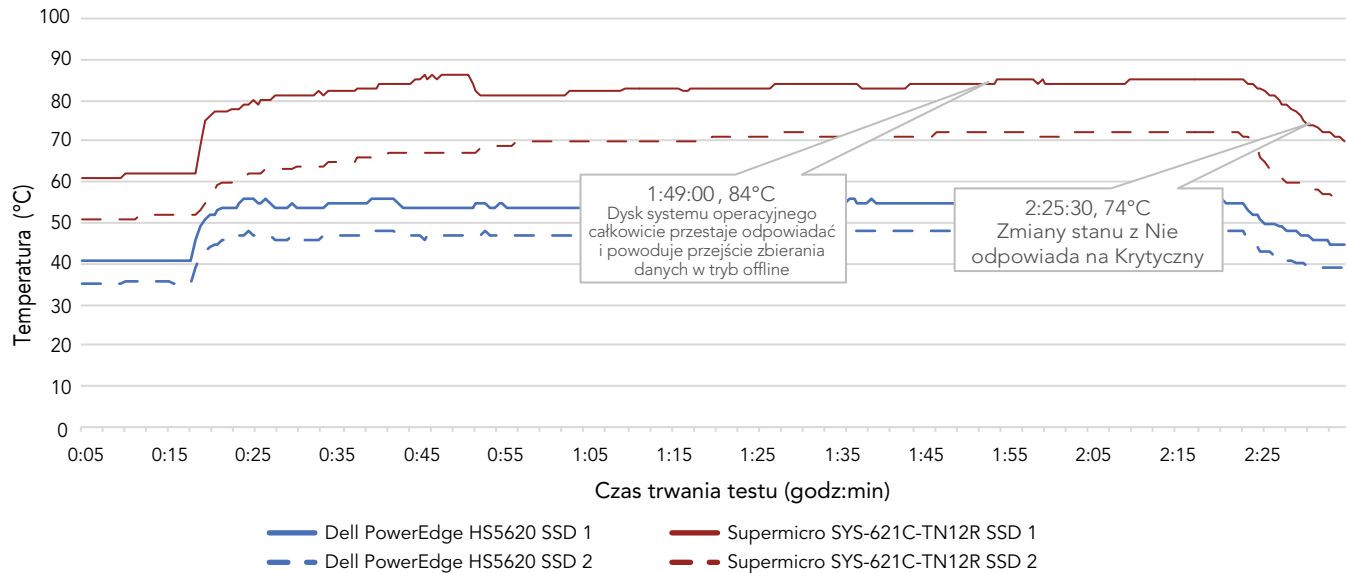
Jeśli chodzi o równoważne objęcie podzespołów strumieniem powietrza, ustaliliśmy, że wentylator 1 serwera Supermicro najlepiej współpracuje z wentylatorem 2 w systemie firmy Dell — ręcznie wyłączyliśmy te wentylatory na potrzeby naszych testów. Ponownie rozpoczęliśmy test w temperaturze otoczenia 25°C i zainicjowaliśmy obciążenie robocze po 15 minutach bezczynności serwerów. W trakcie dwugodzinnego testu i przez 15 minut po jego zakończeniu monitorowaliśmy systemy pod kątem ostrzeżeń i awarii.

W serwerze Dell PowerEdge HS5620 nie wystąpiły żadne awarie ani nie pojawiły się żadne ostrzeżenia, natomiast Supermicro SYS-621C-TN12R — z zaledwie dwoma sprawnymi wentylatorami — ostrzegał nas o wysokiej temperaturze procesorów, pamięci RAM i dwóch kart sieciowych. **Dysk OS systemu Supermicro uległ awarii po 1 godzinie i 49 minutach testu, co spowodowało awarię systemu; gdy dysk SSD ostygł, a system operacyjny mógł wznowić działanie, musieliśmy ponownie uruchomić serwer przez BMC.** Kanały powietrzne i wentylatory systemu nie były w stanie zrekompensować niedociągnięć konstrukcji chłodzenia, takich jak wzorce przepływu powietrza, które kierowały gorące powietrze z procesorów i pamięci na dyski SSD. Z kolei większa liczba wentylatorów w systemie firmy Dell, gdzie każdy obraca się z większą liczbą obrotów na minutę (RPM) niż w systemie Supermicro, oraz konstrukcja przepływu powietrza pomogły utrzymać niższą temperaturę i funkcjonalność elementów systemu.

Ponownie stwierdziliśmy, że system firmy Dell utrzymywał średnio niższą temperaturę w trakcie dwugodzinnego obciążenia roboczego. Średnia temperatura dysku SSD systemu operacyjnego wynosiła 54,2°C, czyli była o 28,0°C niższa niż średnia temperatura dysku SSD serwera Supermicro 82,2°C. Temperatura bezczynnego dysku SSD w systemie firmy Dell wynosiła średnio 47,0°C, czyli o 21,5°C mniej niż średnia 68,5°C w przypadku bezczynnego dysku SSD serwera Supermicro. Jeśli chodzi o średnią temperaturę procesora, ta w serwerze firmy Dell wynosiła 56,9°C i 44,3°C, podczas gdy ta w serwerze Supermicro była znacznie wyższa, wynosząc 98,6°C i 72,8°C, co daje różnicę temperatury do 54,3°C. Zaobserwowaliśmy, że systemy zarządzania serwerem firmy Dell dostosowują wydajność po przekroczeniu progów bezpieczeństwa przez temperaturę w zależności od tego, czy system wykrył awarię sprzętu chłodzącego czy nietypowe warunki środowiskowe.

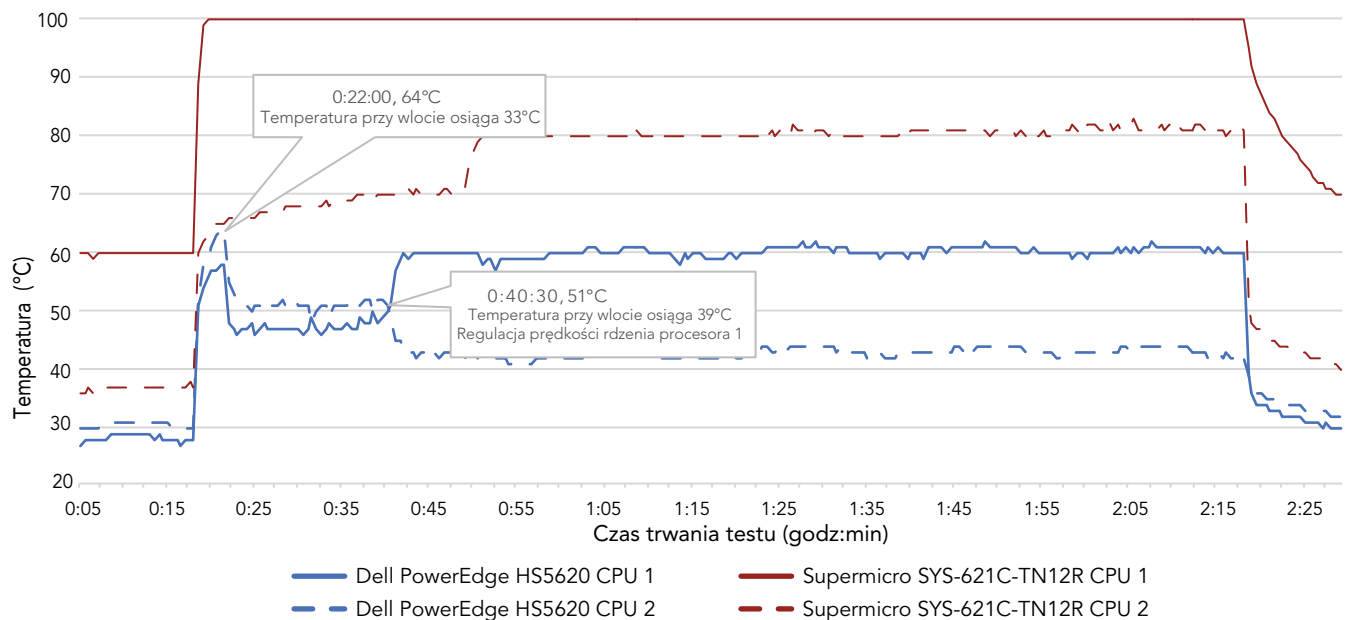
Na Rysunkach 7 i 8 przedstawiono zebrane przez nas pomiary temperatury dysku SSD i procesora. Rysunek 9 porównuje pobór mocy przez systemy w trakcie wykonywania obciążenia roboczego, wytwarzając ciepło wewnętrzne pod obciążeniem i kompensując utratę wentylatora.

Scenariusz 2: temperatura dysku SSD



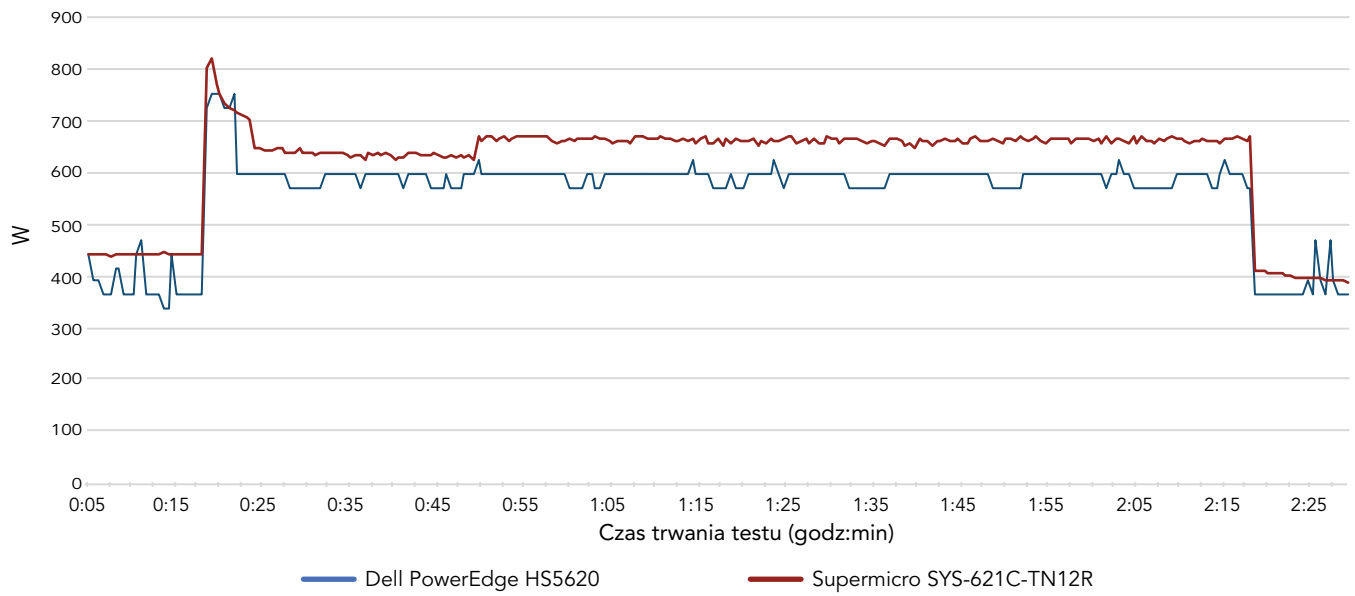
Rysunek 7. Temperatura dysków SSD w serwerach Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 w drugim scenariuszu, w którym serwery działały przy obciążeniu zmiennoprzecinkowym z jednym wyłączonym wentylatorem na każdym serwerze. Obciążenie robocze rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Dysk SSD 1 uruchomił system operacyjny, podczas gdy dysk SSD 2 był beczynny. Niższe temperatury są lepsze. Źródło: Principled Technologies.

Scenariusz 2: temperatura procesora



Rysunek 8. Temperatura procesorów w serwerach Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 w drugim scenariuszu, w którym serwery działały przy obciążeniu zmiennoprzecinkowym z jednym wyłączonym wentylatorem na każdym serwerze. Obciążenie robocze rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Niższe temperatury są lepsze. Źródło: Principled Technologies.

Scenariusz 2: zużycie energii



Rysunek 9. Zużycie energii w watach w serwerach Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 w drugim scenariuszu, w którym serwery działały przy obciążeniu zmiennoprzecinkowym z jednym wyłączonym wentylatorem na każdym serwerze. Obciążenie robocze rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Źródło: Principled Technologies.

Serwer, który może pozostać gotowy do pracy w przypadku awarii wentylatora, daje organizacji czas na wdrożenie procedury awaryjnej, podczas gdy administratorzy IT serwisują system. Jeśli jednak dysk systemu operacyjnego serwera lub inny krytyczny podzespół ulegnie awarii wkrótce po awarii wentylatora, ważne aplikacje mogą nieoczekiwanie przejść w tryb offline, zakłócając pracę użytkowników. Czekanie na wymianę wentylatora może spowodować wyłączenie serwera nawet na dłuższy czas. Tabela 5 podsumowuje nasze ustalenia z tego scenariusza testowego.

Tabela 5. Podsumowanie naszych ustaleń w trakcie drugiego dwugodzinnego testu, w którym serwery uruchomiły obciążenie zmiennoprzecinkowe z jednym wyłączonym wentylatorem na każdym serwerze.

Scenariusz 2: awaria wentylatora		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Rozwiązanie	✓ Brak awarii systemu	✗ Awaria systemu
Awaryjne podzespoły	Brak	Dysk SSD systemu operacyjnego
Ostrzeżenia dotyczące podzespołów	Brak	1 dysk SSD, 1 procesor, 1 moduł pamięci, 2 karty sieciowe
Średnia temperatura dysku SSD systemu operacyjnego	54,2°C	82,2°C
Średnia temperatura bezczynnego dysku SSD	47,0°C	68,5°C
Średnia temperatura procesora	56,9°C 44,3°C	98,6°C 72,8°C

Przeprowadziliśmy również drugi scenariusz awarii wentylatora, w którym wentylator, który wyłączyliśmy na obu serwerach, znajdował się w innej pozycji. W tym scenariuszu ustaliliśmy, że wentylator 3 w systemie Supermicro jest porównywalny z wentylatorem 3 w systemie firmy Dell. W serwerze Dell PowerEdge HS5620 po raz kolejny nie wystąpiły żadne ostrzeżenia ani awaryjne podzespoły, natomiast w Supermicro SYS-621C-TN12R pojawiły się ostrzeżenia dotyczące procesorów i dysków SSD, a jeden z dwóch zasilaczy uległ awarii. (Więcej informacji na temat tego testu można znaleźć w sekcji *Tło naukowe raportu*).

Scenariusz 3: Niesprawność systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji

Nieoczekiwane awarie nie ograniczają się do wewnętrznych podzespołów serwera — przegrzanie może również wystąpić, gdy coś pójdzie nie tak z obiektem. Nasz trzeci scenariusz odzwierciedla centrum danych, w którym dochodzi do niesprawności systemu chłodzenia.

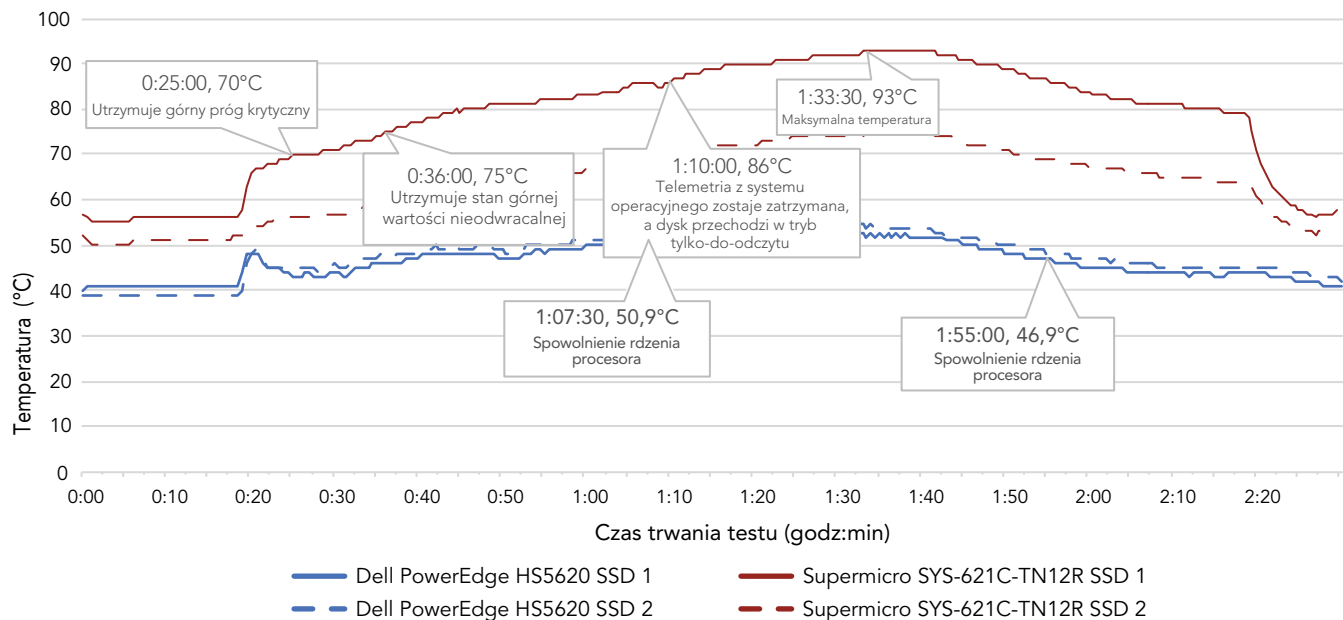
Przez 15 minut sprawdzaliśmy, czy każdy z podzespołów serwera jest online i czy jest sprawny w temperaturze otoczenia wynoszącej 25°C. Następnie uruchomiliśmy obciążenie robocze na 15 minut, po czym wyłączyliśmy wszystkie centrale wentylacyjne w środowisku testowym. Gdy temperatura otoczenia w otoczeniu osiągnęła 35°C (około godziny później), ponownie włączyliśmy centrale wentylacyjne, aby odzwierciedlić sytuację, w której zespół serwisowy naprawia system ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji. Śledziliśmy postępy chłodzenia serwerów, aż temperatura otoczenia powróciła do 25°C.

Zgodnie z dokumentacją serwer Dell PowerEdge HS5620 może działać w temperaturze 30°C w przetestowanej przez nas konfiguracji⁵. W tym scenariuszu, w którym temperatura wzrosła do 35°C, system przekroczył limit i nie wydał żadnych ostrzeżeń na poziomie elementu ani nie doświadczył żadnych awarii. Zaobserwowaliśmy, że dostosowuje prędkość rdzenia procesora i zużycie energii, aby uniknąć przegrzania w odpowiedzi na sygnały czujnika wlotowego (więcej informacji można znaleźć w sekcji *Tło naukowe raportu*). **Chociaż według dokumentacji Supermicro SYS-621C-TN12R system może pracować w środowiskach o temperaturze 35°C,⁶ w tym scenariuszu wystąpiła awaria dysku SSD systemu operacyjnego, co spowodowało awarię systemu.** Telemetria aplikacji systemu operacyjnego zatrzymała się prawie godzinę po rozpoczęciu testu. System przestał reagować na polecenia SSH i KVM, więc wyłączyliśmy go ręcznie za pomocą BMC. Warto zauważyć, że nawet podczas tego przestoju system nadal zużywał więcej energii niż Dell PowerEdge HS5620 (Rysunek 12). W tym scenariuszu system Supermicro wyświetlał również ostrzeżenia o wysokiej temperaturze karty sieciowej i procesora.

W ciągu dwugodzinnego obciążenia roboczego temperatura dysku SSD systemu operacyjnego firmy Dell wynosiła średnio 48,0°C, a bezczynnego dysku SSD średnio 49,2°C. W porównaniu ze średnimi temperaturami dysków SSD w systemie Supermicro — 82,4°C dla dysku z systemem operacyjnym i 66,4°C w przypadku dysku w stanie bezczynności — system firmy Dell utrzymywał temperaturę dysku SSD niższą do 34,4°C.

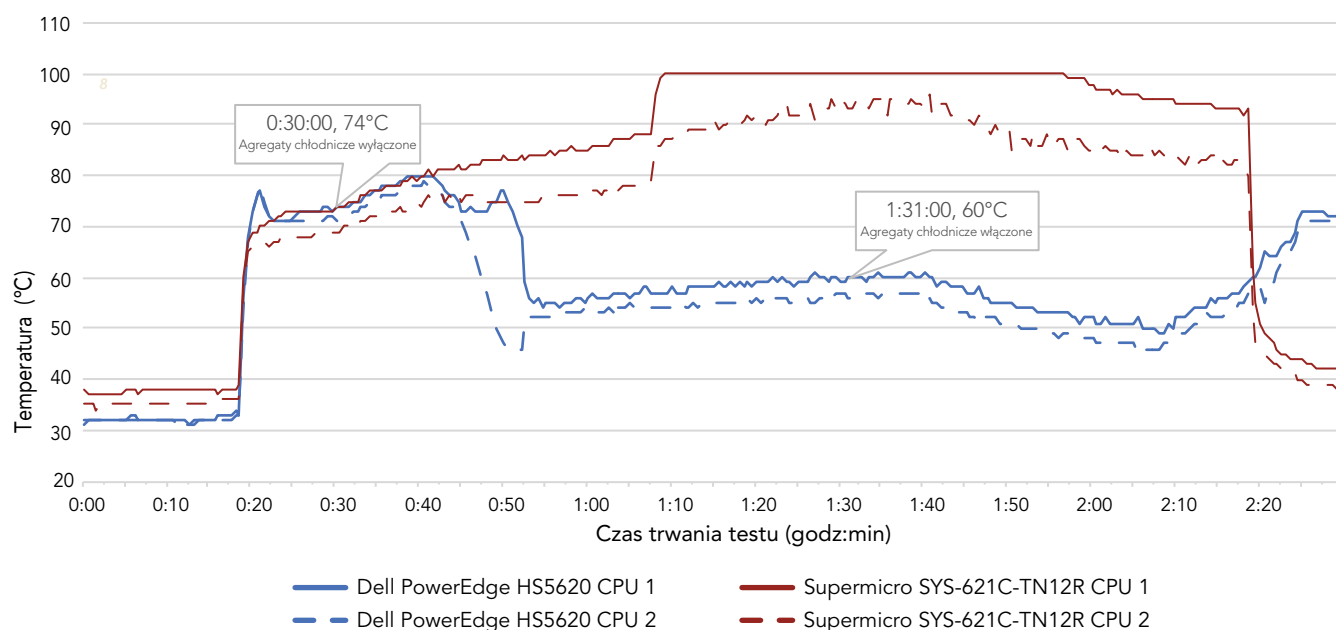
Rysunki 10 i 11 przedstawiają temperaturę dysku SSD i procesora w obu systemach w tym scenariuszu. Na Rysunku 12 porównano wzrost zużycia energii przez systemy podczas uruchamiania obciążenia roboczego.

Scenariusz 3: temperatura dysku SSD



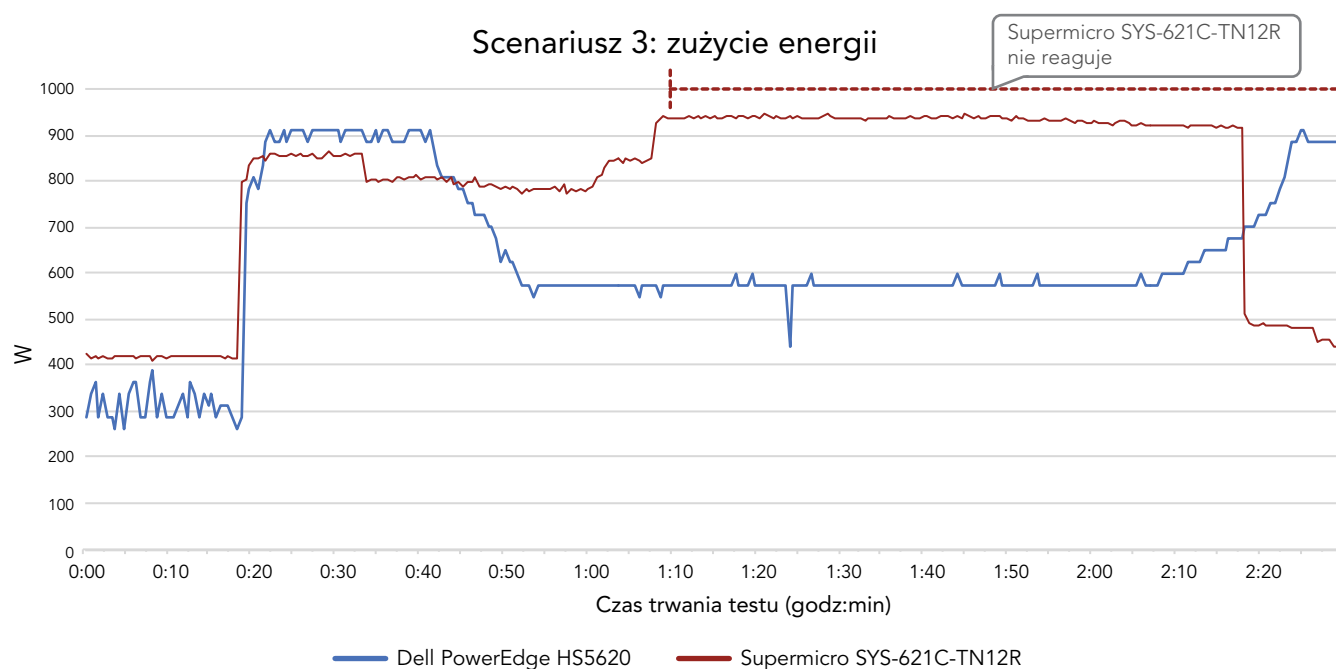
Rysunek 10. Temperatura dysków SSD w serwerach Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 w trzecim scenariuszu, w którym serwery działały przy obciążeniu zmiennoprzecinkowym, podczas gdy temperatura otoczenia wzrosła z 25°C do 35°C w celu symulacji awarii systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji. Obciążenie robocze rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Dysk SSD 1 uruchomił system operacyjny, podczas gdy dysk SSD 2 był bezczynny. Niższe temperatury są lepsze. Źródło: Principled Technologies.

Scenariusz 3: temperatura procesora



Rysunek 11. Temperatura procesorów w serwerach Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 w trzecim scenariuszu, w którym serwery działały przy obciążeniu zmiennoprzecinkowym, podczas gdy temperatura otoczenia wzrosła z 25°C do 35°C w celu symulacji awarii systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji. Obciążenie robocze rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Niższe temperatury są lepsze. Źródło: Principled Technologies.

Scenariusz 3: zużycie energii



Rysunek 12. Zużycie energii w watach w serwerach Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 w trzecim scenariuszu, w którym serwery działały przy obciążeniu zmiennoprzecinkowym, podczas gdy temperatura otoczenia wzrosła z 25°C do 35°C w celu symulacji awarii systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji. Obciążenie robocze rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Źródło: Principled Technologies.

W sytuacji, gdy system ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji w centrum przetwarzania danych nie działa lub ulega awarii, serwer, który nadal działa, może zminimalizować zakłócenia w pracy użytkowników i operacji o znaczeniu krytycznym. Takie rozwiązanie może również zaoszczędzić czas i wysiłek administratorów IT: Jeśli serwer wyświetla ostrzeżenia lub ulega awarii z powodu przegrzania, administrator musi poświęcić dodatkowy czas na sprawdzenie go, być może nawet ręczne ponowne uruchomienie. Tabela 6 przedstawia podsumowanie naszych ustaleń z tego scenariusza testowego.

Tabela 6. Podsumowanie naszych ustaleń w trakcie trzeciego dwugodzinnego testu, w którym serwery uruchomiły obciążenie zmiennoprzecinkowe, podczas gdy temperatura otoczenia wzrosła z 25°C do 35°C, aby symulować niesprawność systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji.

Scenariusz 3: Niesprawność systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji		
	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12
Rozwiązanie	✓ Brak awarii systemu	✗ Awaria systemu
Awarie podzespołów	Brak	Dysk SSD systemu operacyjnego
Ostrzeżenia dotyczące podzespołów	Brak	2 dyski SSD, 1 procesor, 1 karta sieciowa
Średnia temperatura dysku SSD systemu operacyjnego	48,0°C	82,4°C
Średnia temperatura bezczynnego dysku SSD	49,2°C	66,4°C
Średnia temperatura procesora	60,5°C 56,6°C	89,0°C 80,8°C

Informacje o serwerze Dell PowerEdge HS5620

Według firmy Dell dwuprocesorowy serwer PowerEdge HS5620 2 U został „zaprojektowany z myślą o najpopularniejszych aplikacjach IT dostawców usług w chmurze”⁷. Dzięki nawet dwóm skalowalnym procesorom Intel® Xeon® piątej generacji, maksymalnie 16 modułom RDIMM DDR5 o szybkości do 5600 MT/s oraz wybranym kartom COMM w oprogramowaniu wewnętrznym i dyskom SSD sprawdzonym przez dostawców, serwer PowerEdge HS5620 zapewnia „dostosowaną do potrzeb wydajność, elastyczność we/wy i otwarte zarządzanie ekosystemem”⁸. Więcej informacji można znaleźć na stronie <https://www.dell.com/en-us/shop/ipovw/poweredge-hs5620>.

Wniosek: odporność na wysoką temperaturę z serwerem Dell PowerEdge HS5620, który pomaga zwiększyć wydajność

Zwiększenie temperatury w centrum przetwarzania danych może pomóc Twojej organizacji w poczynieniu postępów w zakresie efektywności energetycznej i oszczędności kosztów chłodzenia. Dzięki serwerom, które wytrzymują wyższą temperaturę na co dzień, a także wysoką temperaturę spowodowaną nieprzewidzianymi okolicznościami, Twoja firma może nadal zapewniać wydajność, której wymagają Twoje aplikacje i klienci.

Podczas intensywnego obciążenia zmiennoprzecinkowego na serwerach Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12R w trzech typach scenariuszy symulujących typowe działania w temperaturze 25°C, awarię wentylatora i niesprawność systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, serwer firmy Dell nie otrzymał żadnych ostrzeżeń ani nie doznał awarii podzespołów. Z kolei serwer Supermicro otrzymał ostrzeżenia we wszystkich trzech typach scenariuszy i doświadczył awarii podzespołów w dwóch ostatnich testach, co sprawiło, że system stał się bezużyteczny. Podczas sprawdzania i analizowania poszczególnych systemów okazało się, że układ płyty głównej, wentylatory i obudowa serwera Dell PowerEdge HS5620 mają zalety konstrukcji chłodzącej.

Dla firm, które chcą osiągnąć cele w zakresie zrównoważonego rozwoju przez zastosowanie wyższej temperatury w centrach przetwarzania danych, a także dla firm dbających o konstrukcję chłodzenia serwerów, serwer Dell PowerEdge HS5620 jest dobrym rozwiązaniem w zakresie odporności na wyższą temperaturę podczas codziennej pracy i nieoczekiwanych awarii.

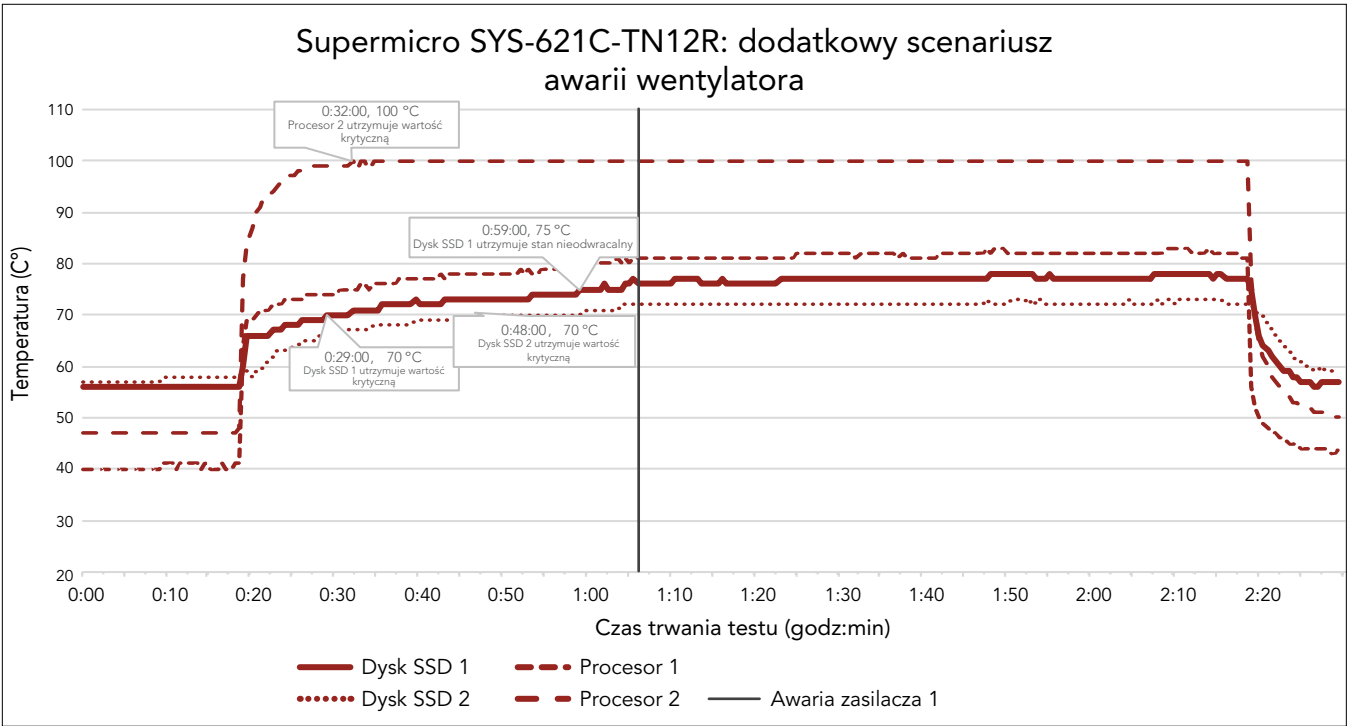
-
1. ENERGY STAR, „5 Simple Ways to Avoid Energy Waste in Your Data Center”, dostęp 8 kwietnia 2024 r., https://www.energystar.gov/products/data_center_equipment/5-simple-ways-avoid-energy-waste-your-data-center.
 2. Supermicro, „Supermicro 80mm Hot-Swappable Middle Fan (FAN-0206L4)”, dostęp 9 kwietnia 2024 r., 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”, dostęp 4 kwietnia 2024 r., <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”, dostęp 24 kwietnia 2024 r., 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”, dostęp 8 maja 2024 r., <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-technical-guide.pdf>.
 6. Supermicro, „CloudDC SuperServer SYS-621C-TN12R”, dostęp 26 kwietnia 2024 r., <https://www.supermicro.com/en/products/system/datasheet/sys-621c-tn12r>.
 7. Dell, „PowerEdge HS5620 Specification Sheet”, dostęp 1 kwietnia 2024 r., <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/servers/technical-support/poweredge-hs5620-spec-sheet.pdf>.
 8. Dell, „PowerEdge HS5620 Specification Sheet”.

Tło naukowe raportu

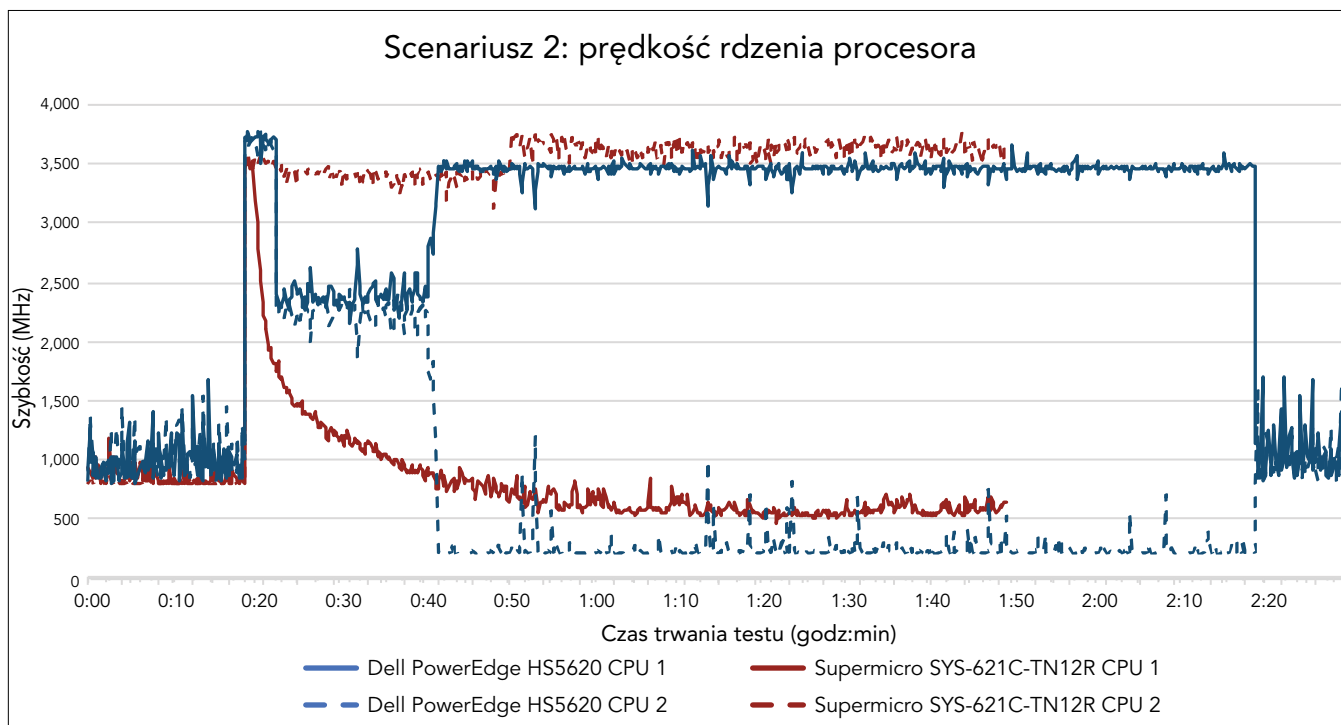
W tej sekcji podajemy nasze pełne wyniki i opisujemy rozwiązania, na których testowaliśmy oraz nasze metodologie testowe.

Testy praktyczne zakończyliśmy 9 kwietnia 2024 r. Podczas testów określiliśmy odpowiednie konfiguracje sprzętu i oprogramowania oraz zastosowaliśmy aktualizacje, gdy tylko stały się dostępne. Wyniki w tym raporcie odzwierciedlają konfiguracje, które sfinalizowaliśmy 11 marca 2024 r. lub wcześniej. W momencie pojawienia się niniejszego raportu te konfiguracje mogą nie reprezentować najnowszych dostępnych wersji.

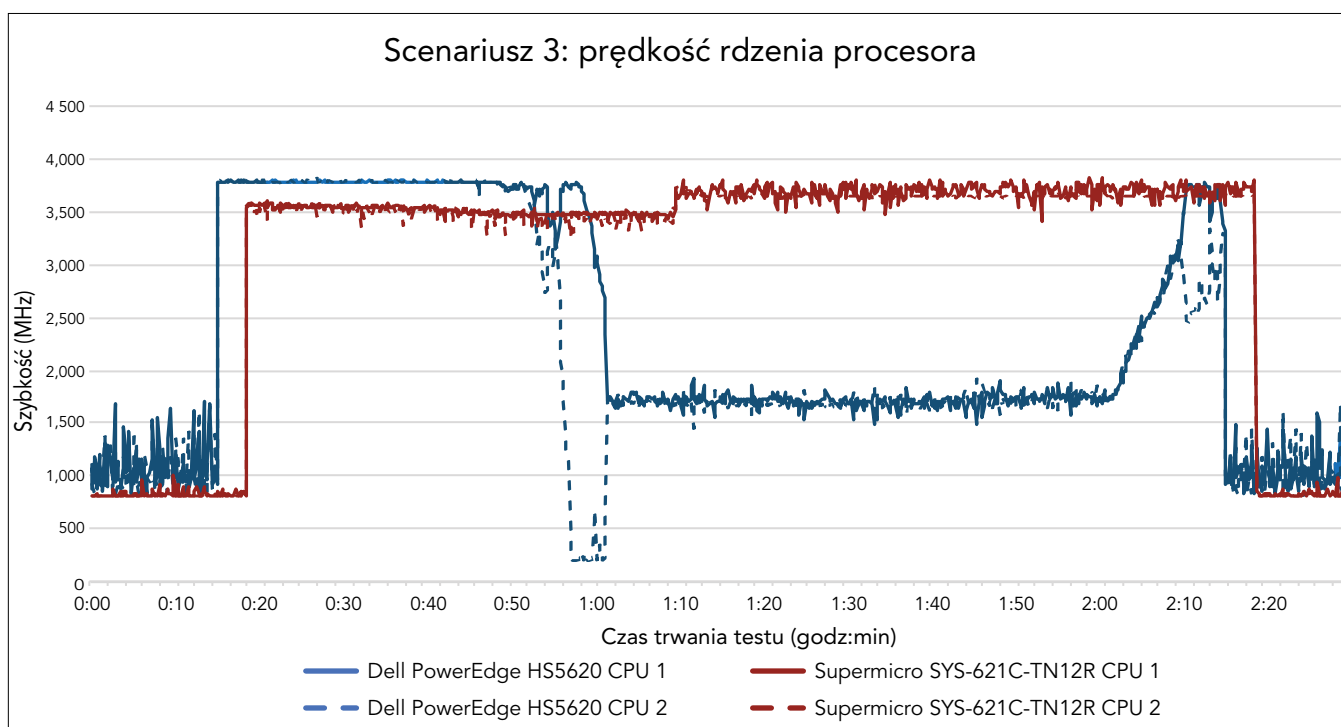
Wykresy



Rysunek 1. Temperatura dysku SSD i procesora w urządzeniu Supermicro® SYS-621C-TN12 podczas dodatkowego scenariusza awarii wentylatora, w którym serwer uruchamiał obciążenie zmiennoprzecinkowe przy wyłączonym wentylatorze 3. Obciążenie robocze rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Dysk SSD 1 uruchomił system operacyjny, podczas gdy dysk SSD 2 był bezczynny. Źródło: Principled Technologies.



Rysunek 2. Prędkość rdzeni procesorów Dell™ PowerEdge™ HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 podczas pierwszego scenariusza awarii wentylatora. Obciążenie zmiennoprzecinkowe rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Źródło: Principled Technologies.



Rysunek 3. Prędkość rdzeni procesorów Dell PowerEdge HS5620 i Supermicro SYS-621C-TN12 podczas scenariusza nieprawidłowego działania systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji. Obciążenie zmiennoprzecinkowe rozpoczęło się o 0:15 i zakończyło o 2:15. Źródło: Principled Technologies.

Informacje o konfiguracji systemu

Tabela 1. Szczegółowe informacje o przetestowanych przez nas systemach.

Informacje o konfiguracji systemu	Dell PowerEdge H55620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Nazwa i wersja systemu BIOS	Dell 2.1.3	Supermicro 2.1
Inne niż domyślne ustawienia systemu BIOS	Performance Per Watt (OS)	Nie dotyczy
Nazwa systemu operacyjnego i numer wersji/kompilacji	Ubuntu 22.04.3	Ubuntu 22.04.3
Data ostatnich zastosowanych aktualizacji/poprawek systemu operacyjnego	11.03.2024	28.01.2024
Zasady zarządzania energią	Performance Per Watt (OS)	Zrównoważona wydajność
Procesor		
Liczba procesorów	2	2
Dostawca i model	Intel® Xeon® Gold 6444Y	Intel Xeon Gold 6444Y
Liczba rdzeni (na procesor)	16	16
Częstotliwość rdzenia (GHz)	3,60 (4,0 turbo)	3,60 (4,0 turbo)
Stopień zaawansowania jądra procesora (stepping)	8	8
Moduły pamięci		
Łączna ilość pamięci w systemie (GB)	1024	1024
Liczba modułów pamięci	16	16
Dostawca i model	Hynix® HMC94AEBRA109N	SK Hynix HMC94MEBRA123N
Pojemność (GB)	64	64
Typ	DDR5 DIMM	DDR5
Szybkość (MHz)	4 800	4 800
Szybkość działania w serwerze (MHz)	4 800	4 800
Kontroler pamięci masowej (przednia pamięć masowa)		
Dostawca i model	Dell HBA355i Adp	Supermicro MegaRAID AOC-S3916L-H16iR-32DD-P
Rozmiar pamięci podręcznej (GB)	0	8
Wersja oprogramowania układowego	24.15.14.00	5.240.02-3768
Wersja sterownika	Nie dotyczy	52.24.0-4766
Kontroler pamięci masowej (NVMe® M.2)		
Dostawca i model	Dell BOSS-N1 Monolithic	Nie dotyczy
Rozmiar pamięci podręcznej (GB)	0	Nie dotyczy
Wersja oprogramowania układowego	2.1.13.2025	Nie dotyczy
Lokalna pamięć masowa (system operacyjny)		
Liczba napędów	2	2
Dostawca i model dysku	Dell NVMe PE8010 RI M.2 960 GB	Micron® 7450 MTFDKBA960TFR

Informacje o konfiguracji systemu	Dell PowerEdge HS5620	Supermicro SYS-621C-TN12R
Rozmiar dysku (GB)	960	960
Informacje o dysku (prędkość, interfejs, typ)	Dysk SSD M.2 8 GT/s	PCIe® M.2 NVMe
Lokalna pamięć masowa (dane)		
Liczba napędów	12	12
Dostawca i model dysku	HGST HUH721212AL5200	WDC WUH721814ALE6L4
Rozmiar dysku (GB)	120 000	1400
Informacje o dysku (prędkość, interfejs, typ)	Dysk twardy SAS 3,5" 12 Gb/s	Dysk twardy SATA 3,5" 6 Gb
Karta sieciowa A		
Dostawca i model	4x Intel 25G 2P E810-XXV	3x Intel E810-XXVAM2 (AOC-S25GC-i2S)
Liczba i typ portów	2x 25 Gb	2x 25 Gb
Wersja sterownika	22.5.7	4.20 (0x800177B4)
Karta sieciowa B		
Dostawca i model	1x Broadcom® NetXtreme Gigabit Ethernet (BCM5720)	1x Intel E810-XXVAM2 (AOC-A25G-i2SM)
Liczba i typ portów	2x 1 Gb	2x 25 Gb
Wersja sterownika	22.71.3	4.30 (0x800177B4)
Wentylatory chłodzące		
Liczba, dostawca, model	1x Dell HPR Gold 5x Dell HPR Silver	3 środkowe wentylatory Supermicro FAN-0206L4
Zasilacze		
Dostawca i model	Dell 05222NA00	Supermicro PWS-1K23A-1R
Liczba zasilaczy	2	2
Moc jednego urządzenia (W)	1 800	1 200

Sposób testowania

Aby stworzyć środowisko, w którym mogliśmy kontrolować i mierzyć temperaturę, zbudowaliśmy niestandardową obudowę wokół całkowicie załadowanej szafy serwerowej 42U. Przetestowaliśmy systemy Dell i Supermicro w tym samym miejscu w szafie serwerowej i sprawdziliśmy temperaturę wewnętrzną serwerów w trzech typach scenariuszy. Przeprowadziliśmy test porównawczy stress-ng na serwerach w szafie serwerowej w czterech falach, w odstępie 1 minuty i 10 sekund. Testowane przez nas systemy Dell i Supermicro uruchomiły obciążenie robocze w czwartej fali, zaczynając 3 minuty i 30 sekund po uruchomieniu obciążenia roboczego przez pierwsze serwery. Poniżej przedstawiamy kroki, które podjęliśmy, aby skonfigurować i przeprowadzić testy.

Instalowanie i konfigurowanie systemu Ubuntu 22.04.3

1. Przeprowadź rozruch z nośnika Ubuntu 22.04.3.
2. Wybierz opcję Try or Install Ubuntu Server.
3. W menu języka pozostaw wartości domyślne i wybierz opcję Done.
4. Wybierz opcję Update to the new installer.
5. W konfiguracji klawiatury pozostaw wartości domyślne i wybierz opcję Done.
6. W typie instalacji pozostaw wartości domyślne i kliknij przycisk Done.
7. W menu połączeń sieciowych pozostaw wartości domyślne i wybierz opcję Done.
8. Na ekranie konfiguracji proxy pozostaw wartości domyślne i wybierz opcję Done.
9. Na ekranie konfiguracji kopii lustrzanej archiwum Ubuntu poczekaj na zakończenie testu, a następnie wybierz opcję Done.
10. Na ekranie konfiguracji pamięci masowej pozostaw wartości domyślne i wybierz opcję Done.
11. Na ekranie podsumowania konfiguracji pamięci masowej pozostaw wartości domyślne i wybierz opcję Done.
12. Aby potwierdzić destrukcyjne działanie, wybierz opcję Continue.
13. Na ekranie konfiguracji profilu, w obszarze Your name and Username, wprowadź `ptuser`. W obszarze Your servers name wprowadź nazwę i potwierdź hasło.
14. Wybierz opcję Done.
15. Na ekranie uaktualnienia do systemu Ubuntu Pro pozostaw wartości domyślne i wybierz opcję Continue.
16. Na ekranie konfiguracji SSH wybierz opcję Install OpenSSH server i wybierz opcję Done.
17. Na ekranie obsługiwanych snapów serwerowych pozostaw wartości domyślne i wybierz opcję Done.
18. Po zakończeniu instalacji wybierz opcję Reboot now.
19. Zaloguj się do systemu Ubuntu przy użyciu powyższych poświadczeń.
20. Aktualizację procesów:

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

21. Zainstaluj narzędzia CIFS i zmapuj udział PT:

```
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=<konto_użytkownika>,pass=<hasło>"
```

22. Skonfiguruj sieć:

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

23. Zidentyfikuj żadaną kartę sieciową i dokonaj następujących zmian:

```
addresses:
- <adres_IP>/<CIDR>
routes:
- to: default
  via: <brama_domyślna>
nameservers:
  search: [<serwer_nazw1>, <serwer_nazw2>]
  addresses: [<DNS_IP1>, <DNS_IP2>, <DNS_IP3>]
```

24. Przetestuj i zastosuj zmieniony plik:

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

25. Ustaw nazwę hosta:

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

26. Uruchom ponownie hosta:

```
sudo shutdown -r now
```

Wdrażanie sudo bez hasła

Wdrażanie po stronie klienta

1. Edytuj plik sudoers:

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

2. Dodaj poniższe na samym końcu pliku:

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

Wdrażanie po stronie kontrolera

1. Wygeneruj parę kluczy SSH:

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

2. Skopiuj klucz publiczny SSH do każdego serwera zdalnego:

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

Implementacja stosu TIG-P do zbierania danych

Konfigurowanie programu Docker

1. Zaloguj się do rejestratora jako ptuser.
2. Przygotowanie do instalacji programu Docker:

```
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. Dodaj repozytorium do źródeł Apt i zainstaluj:

```
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
```

Konfiguracja stosu TIG Huntabyte

1. W rejestratorze sklonuj repozytorium tig-stack:

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

2. Edytuj plik .env do wdrożenia:

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

3. W przypadku FluxDB wypełnij nazwę użytkownika, hasło, organizację, zasobnik i okres przechowywania w następujący sposób:

```
DOCKER_INFLUXDB_INIT_USERNAME: admin
DOCKER_INFLUXDB_INIT_Password: <hasło>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_ORG: PT
DOCKER_INFLUXDB_INIT_BUCKET: <nazwa_zasobnika>
DOCKER_INFLUXDB_INIT_RETENTION: 52w
```

4. Wygeneruj losowy 32-znakowy ciąg szesnastkowy za pomocą poniższego polecenia i wprowadź wynik tokenu administratora w pliku .env:

```
openssl rand -hex 32
```

5. Zapisz i wyjdź.
6. Edytuj plik telegraf.conf:

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

7. Ustaw następujące wartości:

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

8. Zapisz i wyjdź.
9. Uruchom Docker compose (headless/detached):

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

10. Na każdym serwerze, który chcesz monitorować, uruchom następujące polecenie:

```
sudo apt install telegraf
```

11. Aby otworzyć interfejs zarządzania InfluxDB, przejdź do adresu IP hosta InfluxDB z portem 8086.

12. W razie potrzeby utwórz tokeny interfejsu API, zapisując je przed zamknięciem okna.
13. W obszarze Load Data kliknij pozycję API Tokens, a następnie Generate API Token.
14. Na każdym serwerze, który chcesz monitorować, edytuj plik `/etc/telegraf/telegraf.conf` w następujący sposób:

```
[[outputs.influxdb_v2]]
  urls = ["<adres_IP_influxDB>:8086"]
  token = "<token_API>"
  organization = "PT"
  bucket = "<nazwa_zasobnika>"
```

15. W każdym testowanym systemie dodaj poniższe:

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

16. Zapisz i wyjdź.
17. Uruchom ponownie Telegraf:

```
sudo systemctl restart telegraf
```

Konfigurowanie rozwiązania Prometheus

1. Dodaj poniższe do `/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. Zapisz i wyjdź.
3. Edytuj plik `.env` i dodaj poniższe:

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

4. Zapisz i wyjdź.
5. Na każdym serwerze, który chcesz monitorować, uruchom następujące polecenie:

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

6. W każdym testowanym systemie uruchom następujące polecenie:

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

7. Aby utworzyć zadanie monitorowania w Prometheus, dodaj następujące elementy do `/home/ptuser/tig-stack/prometheus/prometheus.yml`:

```
- job_name: "<własna_nazwa>"
  static_configs:
    - targets: ["<adres_IP_komputera_docelowego>:9090"]
```

8. Dodaj dodatkowe zadania i/lub cele, tworząc dodatkowe wpisy podobne do kroku 7. Można dodać inne obiekty docelowe dla tego samego zadania jako inny wiersz celu.
9. Zapisz i wyjdź.

Testowanie za pomocą stress-ng

W każdym scenariuszu testowym wykonaliśmy następujące kroki, aby uruchomić obciążenie zmiennoprzecinkowe stress-ng.

1. Na każdym serwerze uruchom następujące polecenie:

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

2. Na każdym testowanym serwerze uruchom następujące polecenia:

```
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. Na każdym testowanym serwerze przejdź na stronę https://github.com/andikleen/pmu-tools/blob/master/event_download.py, pobierz plik raw i uruchom go:

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

4. Na kontrolerze zainstaluj PSSH:

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

5. Na kontrolerze utwórz pliki, które zostaną wykorzystane podczas wykonywania 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. Edytuj plik ~/.pssh_hosts_file i wprowadź wszystkie adresy IP serwera po jednym w każdym wierszu.
7. Edytuj pliki od ~/.pssh_hosts_file_wave1 do ~/.pssh_hosts_file_wave4 i wprowadź odpowiednio jedną czwartą adresów IP w każdym pliku.
8. Sprawdź, czy wszystkie serwery są w trybie online i reagują na polecenia zdalne:

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

9. Na kontrolerze utwórz folder dziennika dla testu stress-ng:

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

10. Wykonaj test za pomocą poniższych poleceń, edytując „wave1” z odpowiednim numerem fali.

```
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
```

► Zobacz oryginalną, angielską wersję tego raportu na stronie <https://facts.pt/gPS09my>

Projekt ten został zlecony przez Dell Technologies.



Facts matter.®

Principled Technologies jest zarejestrowanym znakiem towarowym firmy Principled Technologies, Inc. Pozostałe nazwy produktów są znakami towarowymi odpowiednich właścicieli.

WYŁĄCZENIE GWARANCJI; OGRANICZENIE ODPOWIEDZIALNOŚCI PRAWNEJ:

Firma Principled Technologies, Inc. dołożyła uzasadnionych starań w celu zapewnienia dokładności i prawidłowości przeprowadzanych przez nią testów, jednakże firma Principled Technologies, Inc. nie udziela żadnych gwarancji, zarówno wyraźnych, jak i dorozumianych, związanych z wynikami i analizą testu, ich dokładnością, kompletnością lub jakością, w tym także dorozumianej gwarancji przydatności do określonego celu. Wszystkie osoby, w tym także osoby prawne, polegają na wynikach dowolnych testów na własne ryzyko i potwierdzają, że firma Principled Technologies, Inc., jej pracownicy i podwykonawcy nie ponoszą odpowiedzialności za jakiegokolwiek straty ani szkody powstałe z powodu jakiegokolwiek domniemanego błędu lub usterki w zakresie jakiegokolwiek procedury testowej lub wyników testu.

W żadnym wypadku firma Principled Technologies, Inc. nie ponosi odpowiedzialności za szkody pośrednie, specjalne, przypadkowe lub wynikowe występujące w związku z tymi procedurami testowymi, nawet jeśli firma Principled Technologies, Inc. została powiadomiona o możliwości wystąpienia takich szkód. W żadnym wypadku odpowiedzialność poniesiona przez firmę Principled Technologies, Inc., w tym także odpowiedzialność za szkody bezpośrednie, nie przekroczy kwoty wpłaconej w związku z testami przeprowadzonymi przez firmę Principled Technologies, Inc. Jedyne i wyłączone zadośćuczynienie przysługujące użytkownikowi ogranicza się do określonego w niniejszej umowie.