

Rewolucja w wydajności centrów danych

Potwierdzamy wyjątkową wydajność na wat dysków SSD Kingston DC600M w środowiskach VMware vSAN.

W stale zmieniającym się środowisku technologii centrów danych kluczową rolę odgrywają efektywność i wydajność.

W tym opracowaniu przedstawiono dogłębną analizę działania dysków SSD DC600M firmy Kingston w środowiskach VMware vSAN ze szczególnym uwzględnieniem kluczowego wskaźnika: wydajność na wat. W szczegółowych testach z wykorzystaniem narzędzia HCIBench i benchmarku SQL tpcc porównano wydajność dysków SSD DC600M w tradycyjnych hybrydowych magazynach danych vSAN i magazynach danych vSAN opartych w całości na pamięci flash (all-flash), aby pokazać wydajność tego drugiego rozwiązania, opartego na dyskach DC600M.

Wyniki pokazują, że dyski SSD DC600M firmy Kingston Technology nie tylko zapewniają doskonałą wydajność w zastosowaniach o wysokim zapotrzebowaniu na dane, ale także znacznie zmniejszają zużycie energii, oferując podwójną korzyść w postaci mniejszych kosztów i obciążenia dla środowiska. Niniejsze opracowanie ma na celu zapewnienie administratorom centrów danych, specjalistom IT i osobom podejmującym decyzje przekonujących argumentów, **dlatego dyski SSD DC600M są optymalnym wyborem dla nowoczesnych centrów danych**, które starają się równoważyć wysoką wydajność z efektywnością energetyczną.

Wprowadzenie

Ponieważ centra danych w dalszym ciągu stanowią szkielet infrastruktury IT przedsiębiorstw, coraz ważniejsze staje się poszukiwanie bardziej efektywnych i wysokowydajnych rozwiązań pamięci masowej. Pojawienie się technologii hiperkonwergentnych, takich jak VMware vSAN, zmieniło sposób zarządzania pamięcią masową, oferując skalowalne, elastyczne i stosunkowo łatwe w zarządzaniu rozwiązania. Jednak kluczowe znaczenie dla ogólnej efektywności i wydajności tych systemów ma wybór wykorzystywanych nośników pamięci – dysków SSD lub tradycyjnych dysków twardek.

W tym kontekście na znaczeniu zyskał nowy wskaźnik: wydajność na wat. Określa on wydajność rozwiązania pamięci masowej na każdy wat zużytej energii, stając się kluczowym czynnikiem w ocenie dostępnych opcji przechowywania danych. Wskaźnik ten odzwierciedla

nie tylko zdolność nośników pamięci do obsługi dużych obciążeń roboczych, ale także ich wpływ na ogólny ślad energetyczny centrum danych.

Skupiając się na środowiskach VMware vSAN, niniejsze opracowanie stanowi analizę porównawczą wydajności dysków SSD DC600M w porównaniu z hybrydowymi magazynami danych vSAN. Dyski SSD Kingston DC600M, zaprojektowane z myślą o wysokiej wydajności i niezawodności, zostały poddane serii testów porównawczych, zaprojektowanych w taki sposób, aby naśladować rzeczywiste obciążenia w centrum danych. Celem było uzyskanie jasnego, opartego na danych obrazu tego, w jaki sposób dyski SSD DC600M wyróżniają się nie tylko pod względem wydajności, ale także efektywności, co stanowi przekonujący argument za ich zastosowaniem we współczesnych centrach danych.



Prezentacja dysku DC600M



Dysk SSD DC600M firmy Kingston Technology jest przeznaczony dla centrów danych, które wymagają niezawodnej i wydajnej pamięci masowej.

Po sukcesie dysku DC500M Kingston oferuje model DC600M – dysk SSD klasy korporacyjnej czwartej generacji z interfejsem SATA. Jego oprogramowanie sprzętowe, opracowane pod kątem zastosowań korporacyjnych,

zostało zaprojektowane tak, aby zapewniać wysoką wydajność, małe opóźnienia i przewidywalną stabilność obsługi obciążeń roboczych, zgodnie z rygorystycznymi wymaganiami dotyczącymi jakości usług (QoS). Obejmuje to również zaawansowane algorytmy ECC w celu zapewnienia niezawodności obsługi obciążeń roboczych przez cały okres użytkowania dysku.

Zaprojektowano go taki sposób, aby zapewnić odporność na utratę zasilania i ochronę integralności danych dzięki wbudowanemu zabezpieczeniu na wypadek utraty zasilania (PLP). Dostępny w wersjach o pojemności do 7,68TB dysk DC600M zapewnia stabilne parametry opóźnień i IOPS, co sprawia, że jest idealnym rozwiązaniem do wysokopojemnych serwerów stełazowych i wymagających środowisk danych. Nośnik ten jest szczególnie odpowiedni dla integratorów systemów, hiperskalowych centrów danych i dostawców usług w chmurze, którzy chcą zrównoważyć wydajność i trwałość pamięci masowej.

Dysk SSD Kingston DC600M z powodzeniem zapewnił sobie miejsce na [liście kompatybilności z rozwiązaniem VMware ESXi](#), w tym z jego najnowszą wersją – vSAN 8.0 Update 2. To wyróżnienie stanowi dowód zaangażowania firmy Kingston w dostarczanie rozwiązań SSD klasy korporacyjnej, które spełniają rygorystyczne wymagania wiodących środowisk wirtualizacyjnych.

Środowisko testowe SATA/SAS/HYBRYDOWE (sprzęt)	Środowisko testowe SATA (system operacyjny i oprogramowanie)
3-węzłowy PowerEdge Dell R740xD obsługujący 8 dysków 2,5" NVMe i 16 węzł na dyski/serwery 2,5" SATA/SAS	Hypervisor: VMware ESXi, 7.0.3, 20036589
Intel(R) Xeon(R) Silver 4114 CPU (10c/20t) z zegarem 2,20GHz x8	vSAN 7U3f (VMware ESXi, 7.0.3, 20036589 + VMware VirtualCenter 7.0.3 build-20150588)
768GB 24x32GB pamięci Kingston DDR4 Dual Rank ECC 32GB z zegarem 2400MHz/węzeł, 2304GB/klaster	System operacyjny gościa: Windows Server 2019 Datacenter, wer. 1809
2x switch Cisco Nexus N5K-C5010 20-portowy 10Gbe klasy data center do obsługi ruchu sieciowego vSAN	Microsoft SQL Server 2017 (RTM) - 14.0.1000.169 (X64)
PERC H740P skonfigurowane w trybie HBA passthru	HammerDB-v3.2
	HCIBench 2.5.3

Ilustracja 1.1 Środowisko sprzętowe i programowe wykorzystywane podczas testów

Tabela 1.1 przedstawia sprzęt i oprogramowanie wykorzystane w testach opisanych w niniejszym opracowaniu. **Testy przeprowadzono na starannie skonfigurowanym ekosystemie sprzętu i oprogramowania, stworzonym specjalnie w celu sprawdzenia i oceny wydajności dysku SSD Kingston DC600M.** Funkcję platformy sprzętowej pełnił 3-węzłowy klaster Dell PowerEdge R740xD, w którym każdy z węzłów był wyposażony w procesor Intel® Xeon® Silver 4114, współpracujący z pamięcią Kingston Dual Rank ECC o pojemności 768GB, co dało łącznie 2304GB na klaster.

Łącznością sieciową zarządzano za pomocą dwóch przełączników Cisco Nexus N5K-C5010, zapewniających płynny ruch sieciowy na potrzeby systemu vSAN. Testy przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania vSAN 7U3f (VMware ESXi, 7.0.3, 20036589 + VMware VirtualCenter 7.0.3 build-20150588). Po stronie systemu gościa platformą operacyjną był system Windows Server 2019 Datacenter, a operacje na bazach danych obsługiwało oprogramowanie Microsoft SQL Server 2017. Testy wydajności przeprowadzono z wykorzystaniem narzędzi HammerDB i HCIBench, co pozwoliło na kompleksową i precyzyjną ocenę testowanych dysków SSD.

Zarówno do testów dysków SSD SATA, jak i rozwiązania hybrydowego wykorzystano po trzy dyski fizyczne o takiej samej pojemności na grupę dysków. Do testów warstwy hybrydowej wykorzystano po dwa dyski Seagate Exos 10 tys. obr./min 1,2TB SAS marki Dell (ST1200MM0099) na serwer w warstwie magazynowej vSAN oraz jeden dysk DC600M 960GB w warstwie pamięci podręcznej vSAN.

Do testów dysków SSD SATA w systemie vSAN opartym w całości na pamięci flash (all-flash) wykorzystano 3 dyski Kingston DC600M 960GB (test 2) oraz 3 dyski Kingston DC600M 3840GB (testy 1 i 3), w tym jeden dysk w warstwie pamięci podręcznej vSAN oraz 2 dyski w warstwie magazynowej.

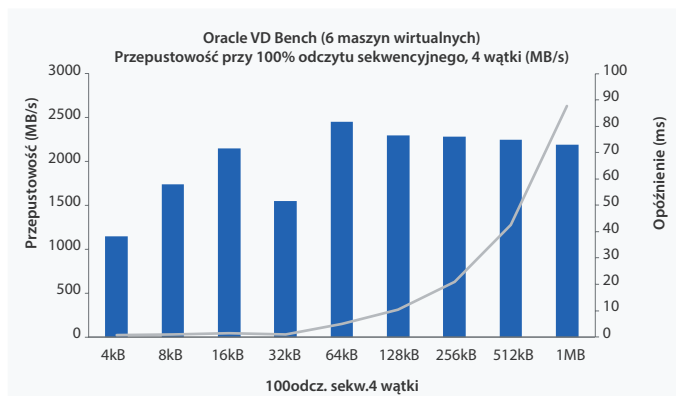
W testach przeprowadzonych na potrzeby opracowania przestrzegano domyślnych zasad przechowywania danych w systemie vSAN. Są to standardowe zasady stosowane w odniesieniu do maszyn wirtualnych udostępnianych z magazynów danych vSAN, zapewniające ochronę danych dzięki konfiguracji lustrzanej RAID-1, która stanowi zabezpieczenie na wypadek pojedynczej awarii (hosta, dysku lub sieci). Wykorzystuje ona alokację elastyczną w celu optymalizacji wykorzystania przestrzeni i nie określa limitu IOPS dla obiektów, zapewniając elastyczną wydajność. Zasady te nie przewidują rezerwacji pamięci podręcznej do odczytu pamięci flash (choć jest to możliwe w przypadku warstw hybrydowych), zapewniając w razie potrzeby wydajność całej pamięci flash dla wszystkich danych i zachowanie integralności danych za pomocą sum kontrolnych. Jednocześnie unika się wymuszonego udostępniania, aby zapewnić alokację pamięci masowej tylko wtedy, gdy dostępne są jej wystarczające zasoby.

Na potrzeby ostatniej grupy testów opisanych w opracowaniu wykorzystano narzędzie racadm, dostępne w pakiecie srvadmin v11.0.0 firmy Dell (srvadmin-idracadm8), które posłużyło do uzyskania danych telemetrycznych zasilania z poszczególnych węzłów systemu vSAN za pośrednictwem pozapasmowego połączenia SSH IPMI.

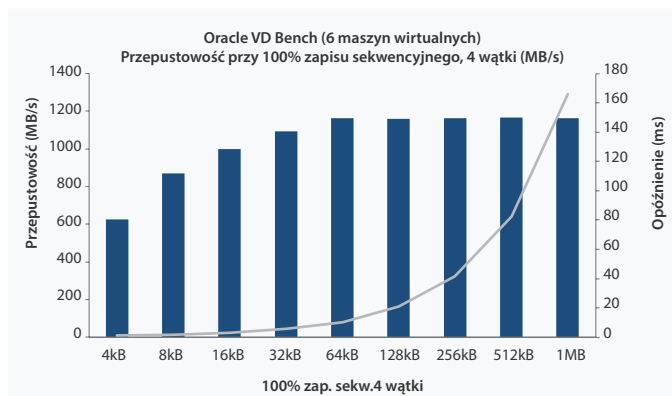
Do testów na bazach danych wykorzystano maszynę wirtualną Server 2019 Guest VM z systemem SQL Server 2017 oraz oddzielny dysk wirtualny VMDK, udostępniony z magazynu danych vSAN dla danych, dziennika i kopii zapasowej. Do przeprowadzenia benchmarku TPCC dla aplikacji OLTP oraz benchmarku TPC-H dla obciążeń związanych z analityką danych wykorzystano bezpłatną aplikację open source do testowania obciążenia baz danych – Hammer DB. Na potrzeby różnych testów przedstawionych w tym opracowaniu wybrano specyfikację benchmarku TPCC, aby zasymulować transakcyjne obciążenia robocze OLTP przy jednoczesnym zapewnieniu zgodności, powtarzalności i wiarygodności wyników testów.

Test 1: Ocena wydajności nominalnej podsystemu pamięci masowej – HCIBench

Do oceny wydajności nominalnej podsystemu we/wy wykorzystano zalecane przez VMware narzędzie do testów porównawczych magazynów danych vSAN – [HCIBench v2.5.3](#). Ten zautomatyzowany zestaw narzędzi rozmieszcza wiele maszyn wirtualnych na wszystkich hostach w klastrze vSAN, jednocześnie uruchamiając na nich, przy użyciu narzędzia vdbench, określone obciążenia. Prezentujemy wyniki testu z 6 maszynami wirtualnymi (po 2 maszyny wirtualne na host) w magazynie danych vSAN DC600M o pojemności 4TB.

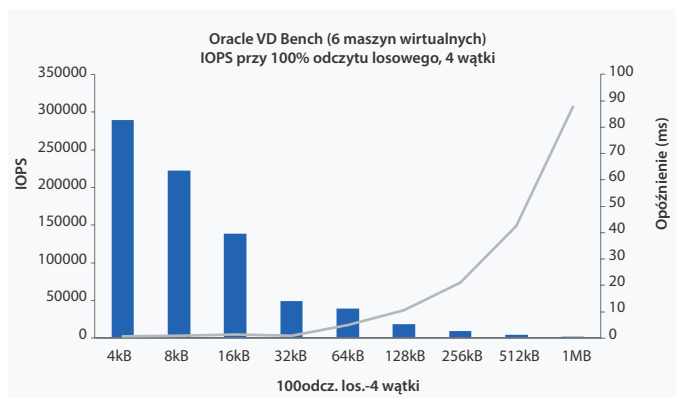


Wykres 1.2 Wydajność odczytu sekwencyjnego, magazyn danych vSAN z 9 dyskami Kingston DC600M o pojemności 3840GB.

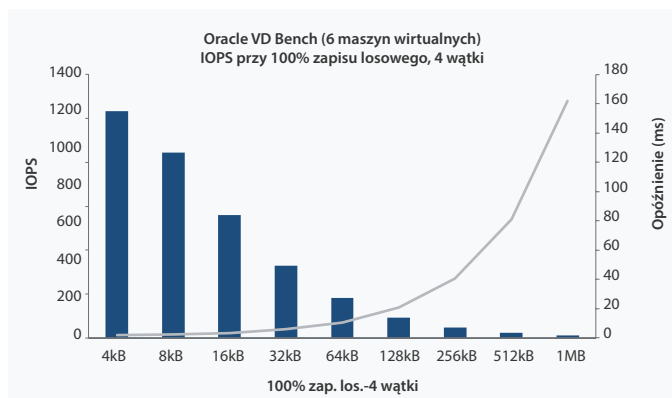


Wykres 1.3 Wydajność zapisu sekwencyjnego, magazyn danych vSAN z 9 dyskami Kingston DC600M o pojemności 3840GB.

W sekwencyjnych testach przepustowości 9-dyskowa macierz vSAN DC600M o pojemności 4TB osiągnęła solidną szczytową przepustowość odczytu na poziomie 2,468GB/s, jednocześnie utrzymując opóźnienie poniżej 5ms na operację wejścia/wyjścia. W przypadku zapisów wartość szczytowa wyniosła 1,16GB/s przy opóźnieniu utrzymującym się na poziomie poniżej 10ms. Wraz ze wzrostem rozmiaru bloku we/wy zaobserwowano zwiększenie opóźnienia, co było zgodne z oczekiwaniami, biorąc pod uwagę większą szybkość przesyłania danych. Warto zauważyć, że brak znaczących skoków opóźnień świadczy o doskonałych parametrach QoS i optymalizacji oprogramowania sprzętowego dysku DC600M, potwierdzając jego zdolność do wydajnej obsługi transferu danych na dużą skalę.



Wykres 1.4 Wydajność odczytu losowego, magazyn danych vSAN z 9 dyskami Kingston DC600M o pojemności 3840GB.

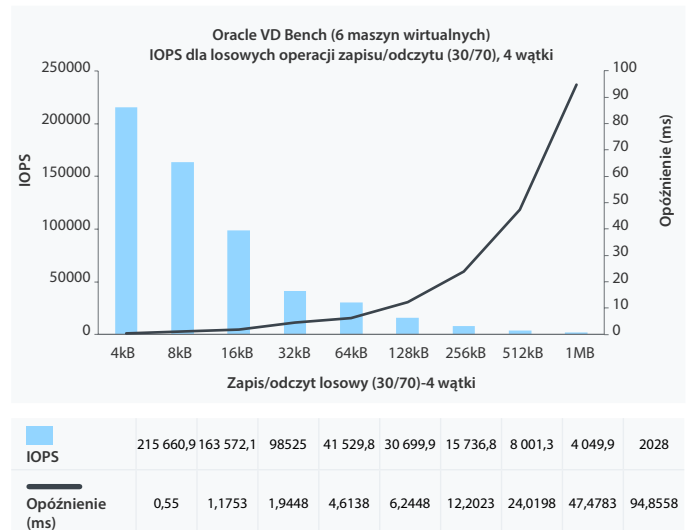


Wykres 1.5 Wydajność zapisu losowego, magazyn danych vSAN z 9 dyskami Kingston DC600M o pojemności 3840GB.

W testach porównawczych IOPS z odczytem losowym dyski SSD DC600M osiągnęły wartość szczytową 289 176 IOPS przy wielkości bloków 4kB oraz imponującą wartość opóźnienia na poziomie 0,68ms. Testy zapisu losowego wykazały wysoką wydajność na poziomie 103 247 IOPS przy wielkości bloków 4kB i opóźnieniu poniżej 2ms.

W scenariuszach mieszanej obciążenia, obejmujących 30% operacji zapisu i 70% odczytu, dyski SSD osiągnęły imponującą maksymalną wydajność 215 660 IOPS przy jednoczesnym zachowaniu opóźnienia poniżej milisekundy, co świadczy o ich wysokiej wydajności i responsywności.

Przekonamy się później, jak ta nominalna wydajność bezpośrednio koreluje ze zwiększonymi możliwościami aplikacji transakcyjnych, zapewniając szybkie przetwarzanie w środowiskach baz danych i obsługując dużą liczbę jednoczesnych transakcji bez pogarszania czasu reakcji.

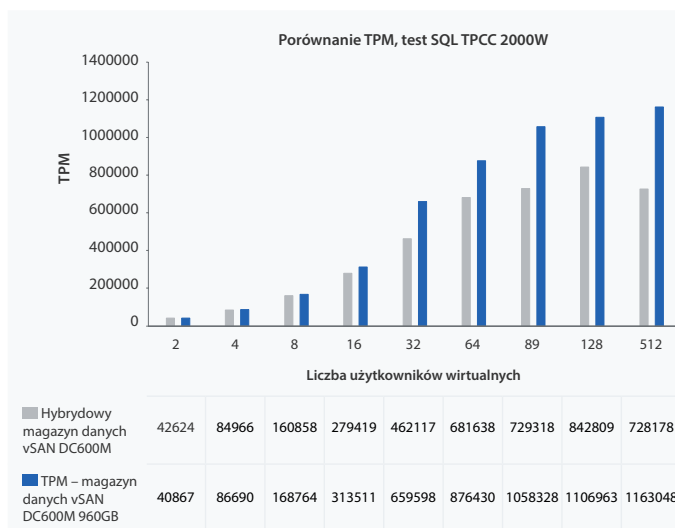


Wykres 1.6 Wydajność odczytu/zapisu losowego (70/30), magazyn danych vSAN z 9 dyskami Kingston DC600M o pojemności 3840GB.

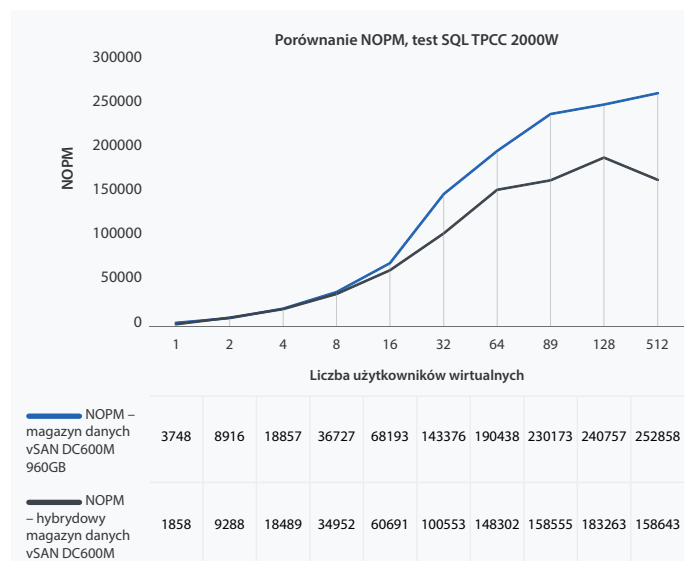
Test 2: Wydajność SQL TPCC, magazyn z dyskami DC600M w konfiguracji all-flash i hybrydowej

Celem testu 2 było uzyskanie punktu odniesienia na poziomie wydajności oczekiwanej w teście porównawczym TPCC w ramach przedłużonego testu obciążeniowego dla operacji we/wy w systemie VMware vSAN z magazynem danych all-flash wyposażonym w dyski DC600M 960GB, oraz z hybrydowym magazynem danych wyposażonym w dyski DC600M 960GB i dyski twarde o pojemności 1,2TB i prędkości obrotowej 10 tys. obr./min.

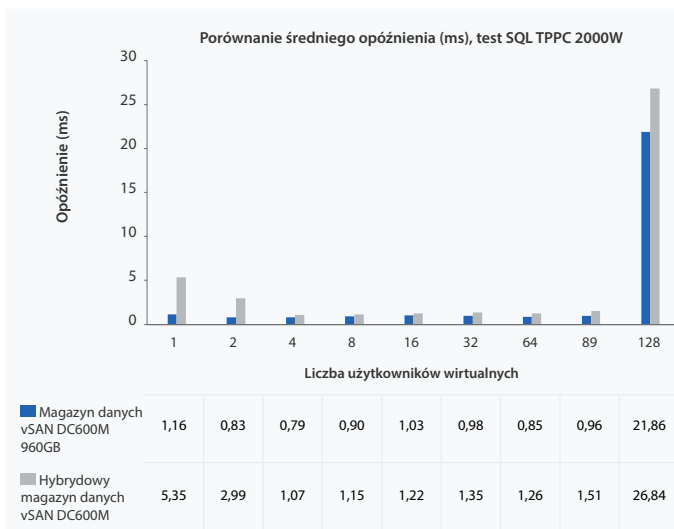
Utworzono schemat 2000 magazynów, co przełożyło się na rozmiar bazy danych tpcc wynoszący 157GB. Użyto 40 rdzeni wirtualnych dla każdej maszyny wirtualnej serwera SQL, aby przydzielić wystarczające zasoby procesora do nasycenia przepustowości transakcyjnej, ale jednocześnie przypisano tylko 32GB pamięci RAM, aby test był ograniczony przepustowością we/wy. **Sekwencję użytkowników wirtualnych dostosowano w taki sposób, aby umożliwić skalowanie od 1 do 512 użytkowników oraz aby każda taka sekwencja mogła działać przez dłuższy czas (20 minut z 10-minutowym czasem narastania).** Pozwoliło to na gromadzenie danych dotyczących opóźnienia dysku przez cały czas trwania testu.



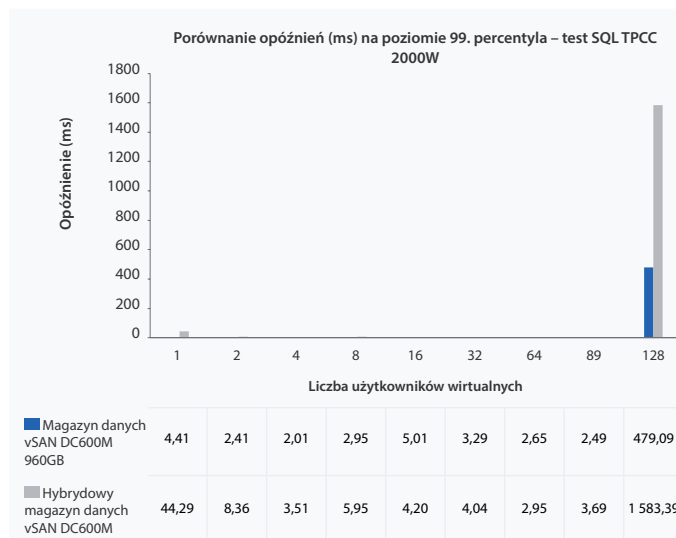
Wykres 2.1 Liczba transakcji na minutę w systemie vSAN DC600M all-flash w porównaniu z systemem hybrydowym – test z funkcją autopilota przy liczbie od 1 do 512 użytkowników



Wykres 2.2 Liczba poleceń na minutę w systemie vSAN DC600M all-flash w porównaniu z systemem hybrydowym – test z funkcją autopilota przy liczbie od 1 do 512 użytkowników



Wykres 2.3 Średnie opóźnienie (ms) systemu vSAN DC600M all-flash w porównaniu z systemem hybrydowym – test z funkcją autopilota przy liczbie od 1 do 512 użytkowników



Wykres 2.4 Opóźnienie na poziomie 99. percentyla systemu vSAN DC600M all-flash w porównaniu z systemem hybrydowym – test z funkcją autopilota przy liczbie od 1 do 512 użytkowników

Wykresy 2.1 – 2.4 przedstawiają szczegółowe porównanie wydajności hybrydowych i w całości opartych na pamięci flash (all-flash) magazynów danych vSAN z dyskami DC600M w teście porównawczym SQL TPC-C, ze szczególnym uwzględnieniem transakcji na minutę (TPM), nowych poleceń transakcji na minutę (NOPM), średniego opóźnienia i 99. percentyla opóźnienia przy różnej liczbie użytkowników wirtualnych.

W porównaniu TPM magazyn danych all-flash wykazuje znaczną przewagę pod względem przepustowości transakcji, stale przewyższając hybrydowy magazyn danych w miarę wzrostu liczby użytkowników wirtualnych i osiągając szczyt na poziomie 1,16 mln TPM i 252 858 poleceń na minutę przy 512 użytkownikach wirtualnych.

Dla porównania hybrydowy magazyn danych vSAN osiąga maksymalnie 842 809 TPM i 183 263 poleceń na minutę przy 128 użytkownikach wirtualnych. Tendencja ta podkreśla doskonałą skalowalność magazynu danych vSAN all-flash z dyskami DC600M oraz jego zdolność do obsługi większej liczby transakcji w miarę wzrostu liczby użytkowników. W praktyce oznacza to, że modernizacja infrastruktury hybrydowej vSAN do konfiguracji all-flash z dyskami DC600M sprawia, że przy 89 użytkownikach przesyłających jednocześnie transakcje do bazy danych każdy z nich może przetworzyć o 145% transakcji więcej (co przekłada się na więcej poleceń na minutę) (wykres 2.2).

Dodatkowych informacji o wydajności systemu dostarczają wskaźniki opóźnień. Średnia wartość opóźnienia pozostaje niższa w przypadku magazynu danych all-flash niezależnie od liczby użytkowników, co potwierdza, że taki system może nie tylko szybciej przetwarzać transakcje, ale zapewnia także krótsze czasy reakcji. Jest to szczególnie istotne w przypadku aplikacji transakcyjnych, w których istotny jest czas i duże znaczenie mogą mieć nawet niewielkie opóźnienia.

Porównanie opóźnień na poziomie 99. percentyla pokazuje, że przy największym obciążeniu – 128 użytkownikach wirtualnych – magazyn danych all-flash zachowuje mniejsze opóźnienia, podczas gdy w przypadku magazynu hybrydowego następuje ich znaczące zwiększenie. Oznacza to, że konfiguracja all-flash zapewnia nie tylko lepszą przeciętną wydajność, ale także większą stabilność, sprawiając, że nawet najwolniejsze transakcje są realizowane w odpowiednim czasie.

Ogólnie wyniki te dowodzą wymiernych zalet magazynów danych vSAN all-flash opartych na dyskach DC600M w zakresie obsługi obciążeń OLTP, pokazując ich zdolność do zapewniania dużej przepustowości transakcyjnej przy małych opóźnieniach, nawet w przypadku wzrostu liczby użytkowników wirtualnych. **Ta różnica w wydajności potwierdza przydatność magazynu danych all-flash w środowiskach, w których najważniejsza jest wydajność i szybkość.**

Test 3: test obciążeniowy SQL TPCC, magazyn danych DC600M w konfiguracji all-flash i hybrydowej z telemetrią zasilania i monitorowaniem gniazd

W teście 3 oceniono wydajność hybrydowych magazynów danych vSAN w porównaniu z magazynami vSAN all-flash z uwzględnieniem nowego miernika – średniej liczby poleceń na 1 W zużytej energii.

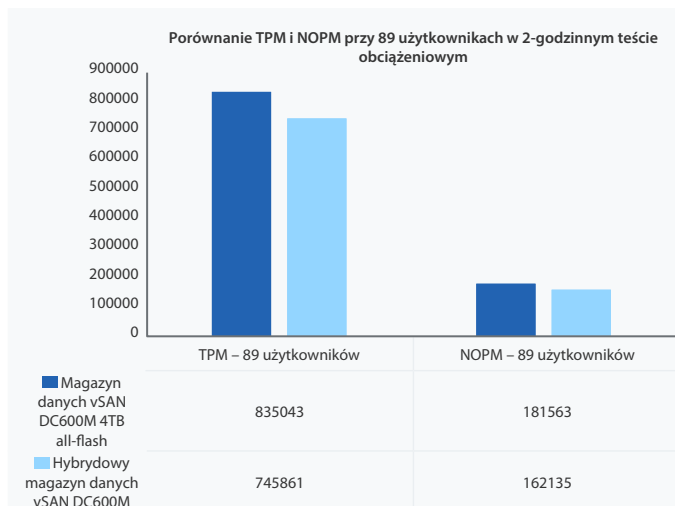
Do testu wykorzystano magazyn danych vSAN all-flash z dziewięcioma dyskami DC600M o pojemności 3840GB oraz hybrydowy magazyn danych z jednym dyskiem DC600M o pojemności 960 GB i dwoma dyskami twardymi o pojemności 1,2TB i prędkości obrotowej 10 tys. obr./min.

Przeprowadzono kompleksowy test z wykorzystaniem bazy danych 2000W, przy liczbie użytkowników ustawionej na 89 i ustalonym czasie trwania, wynoszącym dwie godziny, w tym 20-minutowy okres rozruchu. Szczegółowo monitorowano w czasie rzeczywistym zużycie energii (w watach) dla każdego węzła vSAN. W tym celu wykorzystano narzędzie wiersza poleceń racadm, dostępne w pakiecie Dell srvadmin w wersji 11.0.0 (srvadmin-idracadm8), korzystając

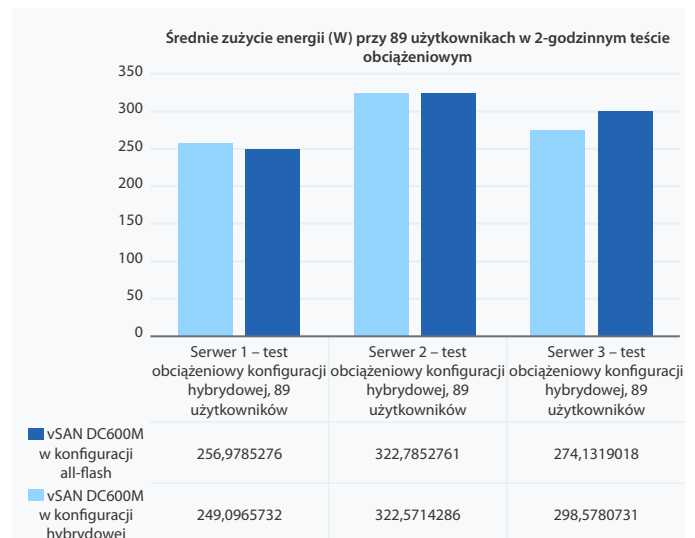
z pozapasmowego połączenia SSH IPMI.

Jednocześnie korzystano z narzędzia dpmstat – zaawansowanej funkcji śledzenia, dostępnej w ramach kontrolera RAID H740P – w celu precyzyjnej rejestracji całkowitej liczby odczytanych i zapisanych gigabajtów, a także maksymalnego opóźnienia na gniazdo. Pozwoliło to na analizę wzorców wydajności zarówno w magazynach danych vSAN all-flash, jak i magazynach hybrydowych, zapewniając szczegółowe informacje na temat wolumenu transferu danych oraz opóźnień w warstwach pamięci podręcznej i magazynowej.

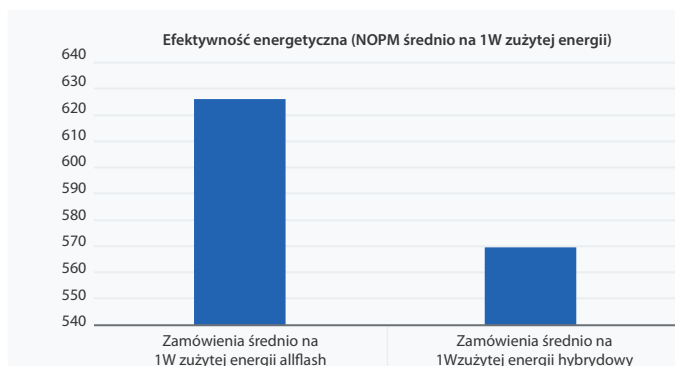
Dodatkowo, aby uzyskać dane na temat wskaźników opóźnień i przepustowości dysku, wykorzystano wbudowane liczniki wydajności dostępne w ramach funkcji Get-Counter programu PowerShell. **Efekt jest szczegółowy obraz wydajności systemu, który umożliwia ocenę i porównanie wydajności testowanych rozwiązań pamięci masowej.**



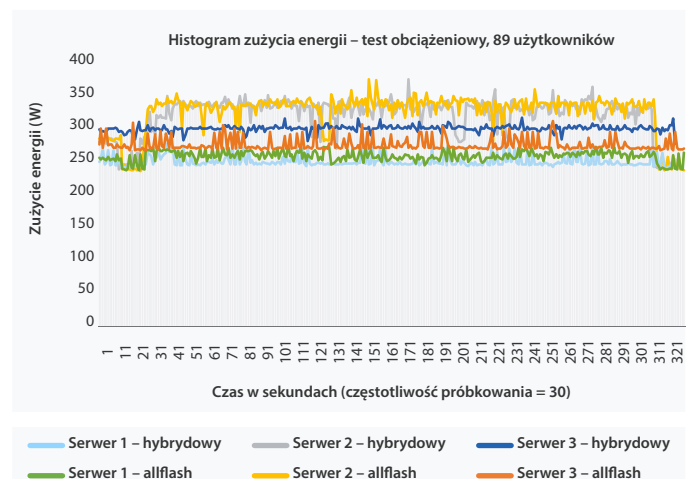
Wykres 3.1 Test obciążeniowy TPM i NOPM, 89 użytkowników, magazyn danych vSAN DC600M all-flash i hybrydowy



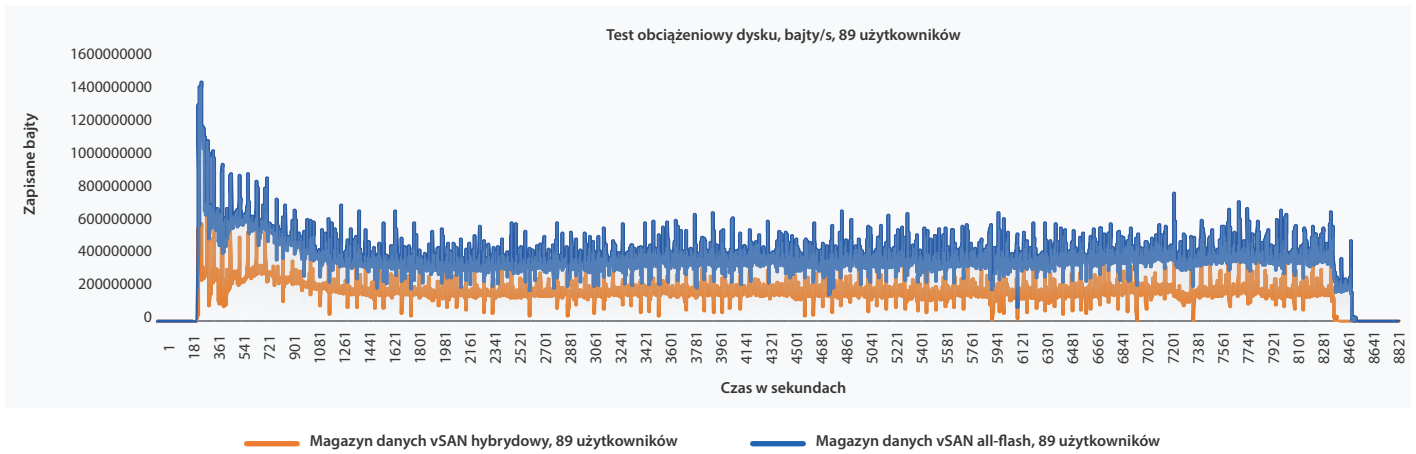
Wykres 3.2 Średnie zużycie energii w teście obciążeniowym z 89 użytkownikami – porównanie magazynu danych vSAN w konfiguracji hybrydowej i all-flash



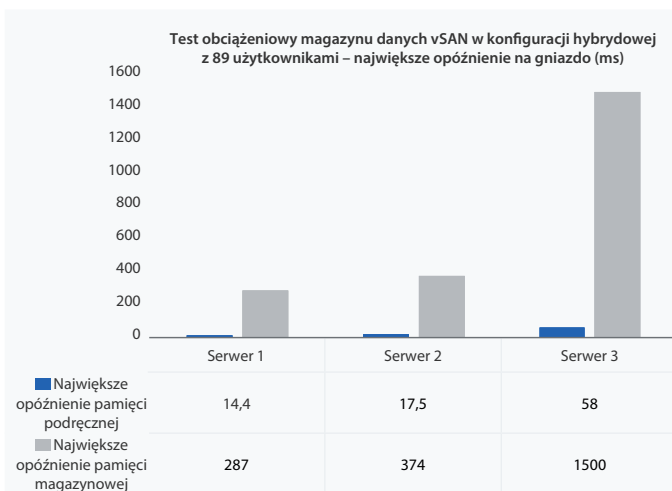
Wykres 3.3 Efektywność energetyczna w teście obciążeniowym z 89 użytkownikami – porównanie magazynu danych vSAN DC600M w konfiguracji hybrydowej i all-flash



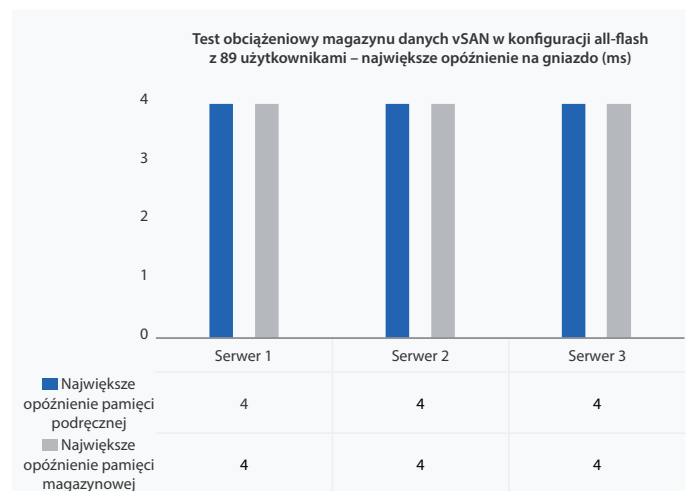
Wykres 3.4 Histogram zużycia energii w teście obciążeniowym z 89 użytkownikami – porównanie magazynu danych vSAN w konfiguracji hybrydowej i all-flash



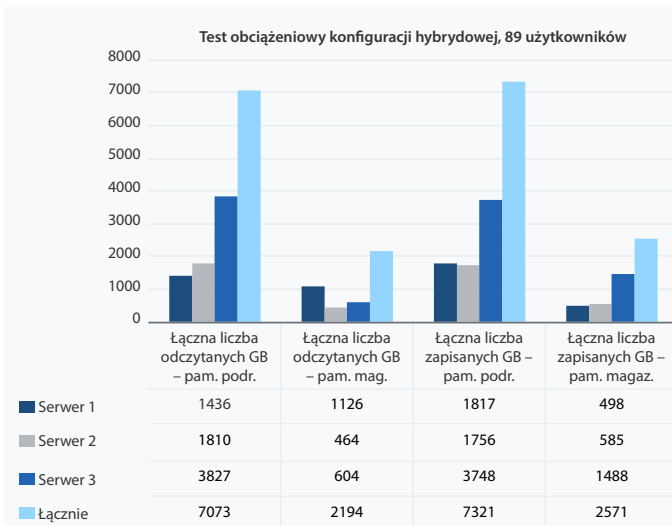
Wykres 3.5 Histogram przepustowości dysku w teście obciążeniowym z 89 użytkownikami – porównanie magazynu danych vSAN w konfiguracji hybrydowej i all-flash



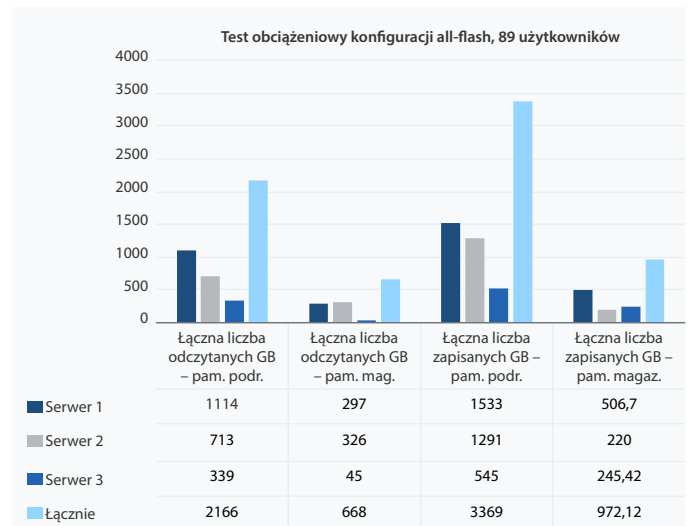
Wykres 3.6 DPMstat, największe opóźnienie LCT (ms) – test obciążeniowy w konfiguracji hybrydowej z 89 użytkownikami



Wykres 3.7 DPMstat, największe opóźnienie LCT (ms) – test obciążeniowy magazynu danych vSAN w konfiguracji all-flash z 89 użytkownikami



Wykres 3.8 DPMstat, liczba odczytanych i zapisanych GB w pamięci podręcznej/magazynowej magazynu danych vSAN w konfiguracji hybrydowej



Wykres 3.9 DPMstat, liczba odczytanych i zapisanych GB w pamięci podręcznej/magazynowej magazynu danych vSAN w konfiguracji all-flash

Wykresy 3.1–3.8 przedstawiają wyniki testów efektywności energetycznej magazynów danych vSAN w konfiguracji all-flash i hybrydowej. Pytanie brzmi: jaką wydajność można uzyskać z każdego wata zużytej energii? Oto proste równanie służące do obliczenia różnicy w efektywności energetycznej:

PPW = (uzyskane NOPM) / (średnie zużycie energii wszystkich trzech serwerów)

Δ efektywności energetycznej = Δ PPW %

PPW dla testu 3 pokazano na wykresie 3.3. W przypadku magazynu danych vSAN all-flash możliwe było osiągnięcie 625 poleceń na wat w porównaniu z 569 poleceniami na wat dla magazynu hybrydowego, co oznacza wzrost wydajności energetycznej o ok. 10%.

Do określenia efektywności wszystkich magazynów danych vSAN all-flash zastosowano bardziej precyzyjną metodę. Najpierw podczas testu zgromadzono dane dotyczące przepustowości dysku w funkcji czasu, pokazane na wykresie 3.5, korzystając z monitora wydajności systemu Windows. Następnie użyto narzędzia monitorującego dpmstat w celu określenia liczby odczytanych i zapisanych gigabajtów w warstwach pamięci podręcznej i magazynowej, a także największego opóźnienia warstwy pamięci podręcznej i magazynowej w obu scenariuszach.

Histogram przepustowości na ilustracji 3.5 pokazuje wyraźną przewagę wydajności wszystkich magazynów danych vSAN all-flash przy zapewnieniu wyższej przepustowości, co przekłada się 40-procentową poprawę wyników w całym teście. **Hybrydowy magazyn danych vSAN wykazuje bardziej zmienną wydajność ze znacznymi wartościami szczytowymi, które mogą oznaczać niedobory pamięci podręcznej, gdy konieczne jest pobranie danych z warstwy magazynowej dysku twardego.** Z kolei magazyn danych vSAN all-flash zapewnia bardziej stabilną i wyższą wydajność bazową, co potwierdza jego zdolność do obsługi odczytów zarówno z warstwy pamięci podręcznej, jak i magazynowej.

Wykresy 3.8 i 3.9 przedstawiają łączną liczbę gigabajtów (GB) odczytanych i zapisanych w pamięci podręcznej oraz w warstwach magazynowych systemu vSAN w konfiguracji hybrydowej i all-flash podczas testu obciążeniowego z udziałem 89 użytkowników, na podstawie danych z dziennika dpmstat EXT. Konfiguracja hybrydowa vSAN, która wykorzystuje dyski SSD jako pamięć podręczną

i dyski twarde jako magazyn danych, wykazała wyraźny wzrost liczby odczytanych i zapisanych GB w warstwie pamięci podręcznej, szczególnie na serwerze 3. Wskazuje to na znaczne wykorzystanie pamięci podręcznej w celu ułatwienia operacji odczytu i zapisu, co jest cechą charakterystyczną konfiguracji hybrydowych, w których pamięć podręczna SSD służy jako bufor wydajnościowy. Bufor ten ogranicza opóźnienia, tymczasowo przechowując dane przed przesłaniem ich do wolniejszej warstwy magazynowej na dysku twardym.

Hybrydowe rozwiązanie vSAN charakteryzuje się znacznym „naddatkiem” operacji odczytu–modyfikacji–zapisu, wynikającym z procesu pobierania danych do pamięci podręcznej w celu modyfikacji przed ich ponownym zapisem w warstwie magazynowej. **Może być to czasochłonne zadanie ze względu na mechaniczną specyfikę dysków twardych.** Te „skoki” w dzienniku dpmstat LCT dla warstwy magazynowej są widoczne na wykresie 3.6.

Z kolei magazyn danych vSAN all-flash charakteryzuje się mniejszą całkowitą liczbą odczytanych i zapisanych GB w warstwie pamięci podręcznej na wszystkich serwerach oraz stabilnym opóźnieniem (wykres 3.7), co wskazuje na sprawniejsze wykorzystanie pamięci podręcznej dzięki szybkim dyskom SSD DC600M wykorzystywanym zarówno do buforowania, jak i magazynowania danych. Ten wzrost wydajności wynika z faktu, że pamięć masowa typu all-flash może skuteczniej zarządzać odczytami na miejscu, bez potrzeby wykonywania operacji odczytu z wyłączeniem i z pominięciem warstwy buforowania dla odczytów. Pozwala to wyeliminować cykl odczytu–modyfikacji–zapisu, który obciąża konfiguracje hybrydowe.

W hybrydowych rozwiązaniach vSAN system przesuwają często używane dane do warstwy pamięci podręcznej w celu zapewnienia szybkiego dostępu do nich, a jednocześnie „spycha” rzadziej używane dane do warstwy magazynowej. Jednak opóźnienia mechaniczne dysków twardych powodują spadek wydajności podczas tych operacji. Z kolei wszystkie magazyny danych vSAN all-flash wykorzystują duże możliwości obsługi operacji we/wy pamięci flash na obu poziomach, minimalizując konieczność przemieszczania danych. W efekcie magazyny danych all-flash usprawniają zarządzanie pamięcią masową, zmniejszając złożoność operacji na poziomie pamięci podręcznej i zapewniając bardziej przewidywalne profile wydajności, szczególnie w przypadku dużej liczby korzystających z nich jednocześnie użytkowników.

Wnioski

Podsumowując, wyniki przedstawione w tym opracowaniu potwierdzają zaawansowane możliwości dysków SSD DC600M w magazynach danych vSAN opartych w całości na pamięci flash. Nośniki te zapewniają szybkość, niezawodność, stabilność i efektywność energetyczną, które są kluczowe we współczesnych środowiskach przechowywania danych. Zapewniając zrównoważony profil trwałości i wydajności, mogą być one atrakcyjnym rozwiązaniem dla organizacji, dla których priorytetem jest płynność działania i niezawodna obsługa danych.

Nie chodzi przy tym wyłącznie o natychmiastowy wzrost przepustowości i zmniejszenie opóźnień, ale także o perspektywiczną wizję infrastruktury. Wraz ze wzrostem i ewolucją zapotrzebowania na dane kluczowe znaczenie zyskują zdolność do adaptacji i kompatybilność rozwiązań pamięci masowej. **W tym kontekście wyróżniają się dyski SSD DC600M, oferując platformę, która nie tylko spełnia aktualne wymagania, ale także jest zdolna sprostać przyszłym potrzebom.**

Wybór odpowiednich komponentów do infrastruktury przechowywania danych to strategiczna decyzja, która wpływa na sprawność operacyjną organizacji. W przypadku dysków SSD DC600M decyzja ta dotyczy przyszłości, w której dane nie będą przeszkodą, lecz katalizatorem rozwoju i innowacyjności.

Warto wziąć pod uwagę wnioski płynące z tej analizy, która pokazuje, w jaki sposób rozwiązanie vSAN oparte w całości na pamięci flash w postaci dysków SSD DC600M może pomóc w zapewnieniu wymaganej wydajności, niezawodności i gotowości.

Odwiedź naszą stronę internetową, aby dowiedzieć się więcej o rozwiązaniach [firmy Kingston dla centrów danych](#). Jeśli chcesz zrealizować projekt, nasz zespół realizujący program [Zapytaj eksperta](#) chętnie udzieli Ci wskazówek i pomoże w osiągnięciu założonych celów.



#KingstonIsWithYou

©2024 Kingston Technology Europe Co LLP i Kingston Digital Europe Co LLP, Kingston Court, Brooklands Close, Sunbury-on-Thames, Middlesex, TW16 7EP, England. Tel: +44 (0) 1932 738888 Faks: +44 (0) 1932 785469. Wszelkie prawa zastrzeżone. Wszelkie znaki towarowe i zastrzeżone znaki towarowe są własnością odpowiednich właścicieli.

 **Kingston**
TECHNOLOGY