



Popraw wydajność działania programu SQL Server i obniż koszty dzięki dyskom SSD DC500M klasy Enterprise od firmy Kingston Technology

Październik 2019 r.

Autor: Bill Ramos, Dyrektor ds. technicznego zarządzania produktem, DB Best Technology.

Edytorzy techniczni: Hazem Awadallah, Inżynier systemów, Kingston Technology



Spis treści

Streszczenie menedżerskie.....	3
Problem: zakończenie świadczenia pomocy technicznej dla programu SQL Server 2008	6
Rozwiązanie: zastąpienie dysków HDD dyskami SSD Data Center DC500 klasy Enterprise firmy Kingston Technology oraz aktualizacja do programu SQL Server 2017	7
Sprzęt.....	9
Oprogramowanie.....	10
Scenariusze testów porównawczych.....	12
Wyniki testów	15
Wyniki: SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi na dysku HDD	15
Wyniki: SQL Server 2017 z 16 rdzeniami wirtualnymi na dysku DC500M.....	16
Wyniki: SQL Server 2017 z 8 rdzeniami wirtualnymi na dysku DC500M.....	17
Wyniki: SQL Server 2017 z 4 rdzeniami wirtualnymi na dysku DC500M.....	19
Podsumowanie	21
Kolejne kroki	22
Uzyskaj ocenę swojego środowiska wykonaną przez firmę DB Best.	22
Załącznik A — Zestawienie materiałów dla systemu testowego.....	23
Konfiguracje serwerów.....	23
Platformy oprogramowania	25
Wykaz rysunków	27
Znaki towarowe	28

Streszczenie menedżerskie

Firmy korzystające z programów SQL Server 2008 oraz SQL Server 2008 R2 doszły w lipcu 2019 r. do kluczowego etapu po zakończeniu świadczenia pomocy technicznej przez firmę Microsoft (EOS)¹ dla tych baz danych. Wraz z EOS firma Microsoft zaprzestała wydawania aktualizacji zabezpieczeń dla tych wersji programów SQL Server u klienta. Te bazy danych będą narażone na ogromne ryzyko ze strony hakerów i nie będą już zgodne z wieloma wymaganiami prawnymi.

Niezbędne jest opłacalne rozwiązanie do migracji i konsolidacji tych obciążeń SQL Server 2008², które ze względów prawnych lub z uwagi na preferencje klienta muszą zostać na miejscu.

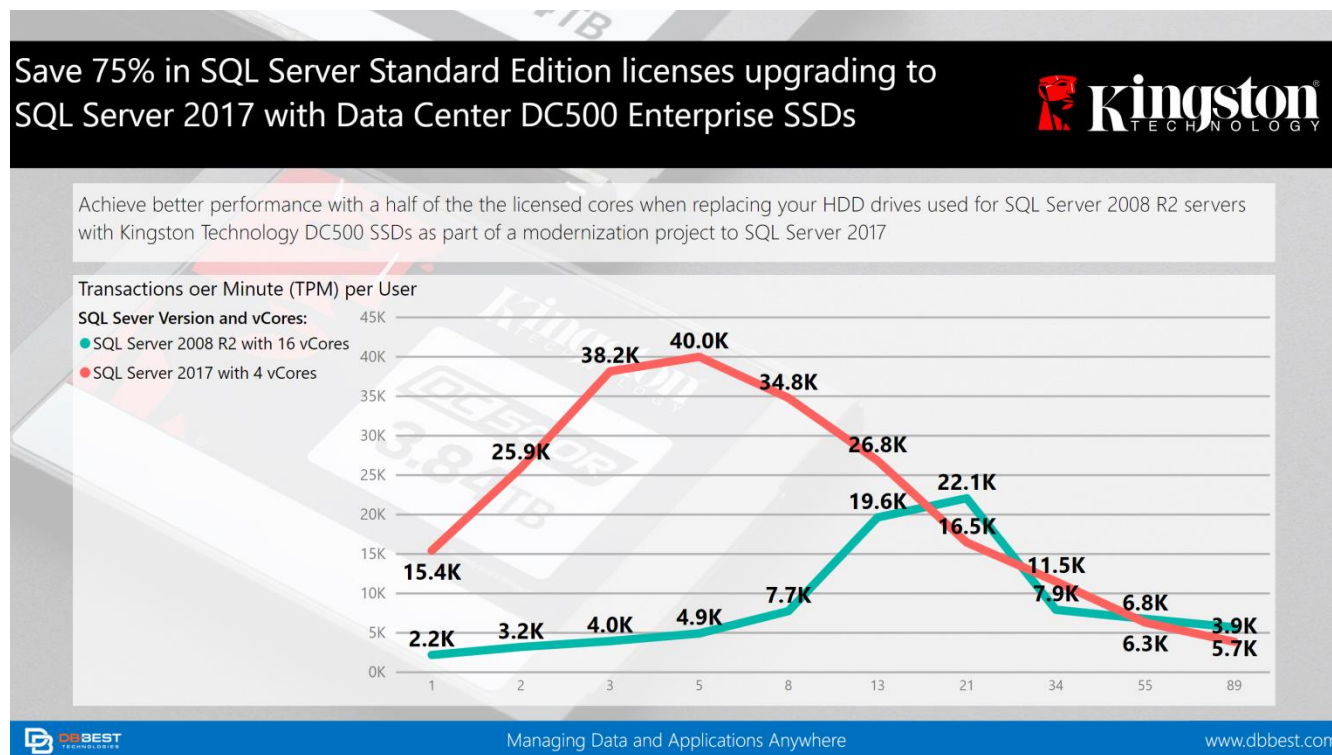
W niniejszej dokumentacji technicznej pokazano, że obciążenia programów SQL Server 2008 można w sposób opłacalny migrować do nowoczesnych rozwiązań sprzętowych i oprogramowania, a także na [dyski SSD DC500M klasy Enterprise firmy Kingston Technology](#) za pomocą rozwiązania Microsoft SQL 2017 Windows Server 2019 Datacenter Edition.

Firma DB Best Technologies niedawno podjęła współpracę z firmą Kingston Technology, aby pokazać, że program SQL Server 2017 z 8 rdzeniami wirtualnymi (vCores) oraz [dyskami SSD DC500 klasy Enterprise](#) może działać szybciej niż program SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi z dyskami twardymi (HDD). Przeważnie współpracując z klientami, którzy chcą uaktualnić serwery SQL Server 2008 do najnowszej wersji programu SQL Server, dowiadujemy się, że te systemy korzystają z dysków HDD na potrzeby przechowywania danych, dzienników oraz plików tempdb.

¹ „Rozszerzona pomoc techniczna dla programu SQL Server 2008 R2 przestała być dostępna 9 lipca 2019 r.”,
<<https://www.microsoft.com/pl-pl/sql-server/sql-server-2008>>

² Dla zachowania zwięzłości termin „SQL Server 2008” odnosi się zarówno do wersji programu SQL Server 2008 jak i SQL Server 2008 R2.

Na poniższym wykresie przedstawiono wyniki porównania TPC-C [HammerDB](#) przy użyciu 2000 magazynów i programem SQL Server 2017 uruchomionym na 4 rdzeniach wirtualnych oraz dyskach [Kingston Data Center DC500M SATA 6 GB/s 960 GB](#), które przewyższa program SQL Server 2008 R2 na 16 rdzeniach wirtualnych oraz dyskach [HDD Dell 400-ATJL 10 000 RPM SAS 12 GB/s 1,2 TB](#).



W oparciu o poprzednie porównanie, którego dokonaliśmy z innymi producentami sprzętu oraz dostawcami rozwiązań w chmurze, oceniliśmy, że do przeniesienia starszych wersji programu SQL Server do SQL Server 2017 lepiej używać dysków SSD do przechowywania dzienników danych i plików tempdb, korzystając z mniejszej liczby rdzeni wirtualnych.

Dla użytkownika, który dokonuje aktualizacji programu SQL Server 2008 R2 do wersji SQL Server 2017, oznacza to obniżenie kosztów licencji o 75% przy osiągnięciu lepszej wydajności.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings for the total server compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00
Savings in SQL Server licensing costs			75%	50%	0%

Program SQL Server 2008 R2 został skonfigurowany jako serwer, na którym przeważnie jest uruchomione starsze oprogramowanie oraz sprzęt. Użyliśmy systemu operacyjnego Windows Server 2008 R2 Datacenter w wersji 64-bitowej oraz łącznie 8 dysków Dell 10K SAS (numer części Dell ST1200MM0099), które zostały skonfigurowane jako dwa fizyczne wolumeny RAID 10 do osobnych plików danych i dzienników.

Program SQL Server 2017 został skonfigurowany jako serwer nowoczesny. Użyliśmy systemu operacyjnego Windows Server 2019 Datacenter w wersji 64-bitowej oraz łącznie 8 dysków Kingston Technology SEDC500M960G, które zostały skonfigurowane jako dwa fizyczne woluminy RAID 10 do osobnych plików danych i dzienników.

Oba serwery zostały skonfigurowane przy użyciu rozwiązania Windows Hyper-V. Program SQL Server 2008 R2 miał 16 rdzeni wirtualnych oraz 128 GB pamięci RAM dla maszyny wirtualnej. Program System SQL Server 2017 został przetestowany z 8 rdzeniami wirtualnymi oraz 4 rdzeniami wirtualnymi z 128 GB pamięci RAM dla maszyny wirtualnej.

Problem: zakończenie świadczenia pomocy technicznej dla programu SQL Server 2008

Program SQL Server 2008 jest jednym z najczęściej wdrażanych wersji bazy danych SQL Server, więc dla wielu klientów zakończenie świadczenia pomocy technicznej przez firmę Microsoft (EOS) dla programu SQL Server 2008 w lipcu 2019 r. jest kluczowym etapem. W przypadku obciążeń baz danych, które ze względów prawnych lub z uwagi na preferencje klienta muszą zostać na miejscu, konieczne jest opłacalne rozwiązanie uwzględniające migrację do obsługiwanych wersji SQL Server i Windows Server³. Firma Microsoft przeszła na licencjonowanie w modelu „na rdzeń” zarówno dla programu SQL Server, jak i systemu Windows Server, co komplikuje decyzje dotyczące licencji, a błędne decyzje wiążą się z kosztami.

Większość klientów w końcu zrezygnuje ze sprzętu z roku 2008, na którym aktualnie działają obciążenia SQL Server 2008, i będzie musiała zdecydować, na jakim sprzęcie uruchomić migrowane obciążenia. Istnieje wiele możliwości: serwery fizyczne, serwery jako hosty wirtualnych obciążeń, prywatne chmury, architektury hiperkonwergentne lub zdeagregowane, tradycyjne pamięci masowe SAN lub DAS lub nowe rozwiązania do przechowywania definiowane przez oprogramowanie.

Zmiany w modelu licencjonowania oprogramowania firmy Microsoft w ostatnich latach sprawiły, że decyzje dotyczące licencji stały się bardziej złożone, a koszt licencji na oprogramowanie wzrósł do tego stopnia, że stał się dominujący w stosunku do całkowitego kosztu systemu. Wiąże się z tym także zwiększone ryzyko popełnienia kosztownego błędu w przypadku podjęcia nieodpowiedniej decyzji dotyczącej licencji. Stosowne wybory mogą ograniczyć koszt licencji na oprogramowanie, co przedstawimy poniżej.

W niniejszej dokumentacji technicznej pokazano, w jaki sposób dyski SSD Data Center DC500 klasy Enterprise firmy Kingston Technology mogą obniżyć ogólne koszty kapitałowe oraz licencji o 39%.

W niniejszej dokumentacji technicznej oraz dokumentacji projektu porównawczego zostaną wymienione korzyści wykorzystania najnowszych postępów w zakresie architektury systemów sprzętowych i oprogramowania, dzięki którym można otrzymać opłacalne rozwiązanie, które sprosta wyzwaniom, przed jakimi staną klienci w związku z zakończeniem świadczenia pomocy technicznej dla programów SQL Server 2008.

³ W styczniu 2020 r. zakończy się również pomoc techniczna dla rozwiązań Windows Server 2008 oraz Windows Server 2008 R2. Patrz: „Zakończenie świadczenia pomocy technicznej dla systemów Windows Server 2008 i 2008 R2” <<https://www.microsoft.com/pl-pl/cloud-platform/windows-server-2008>>

Rozwiązanie: zastąpienie dysków HDD dyskami SSD Data Center DC500 klasy Enterprise firmy Kingston Technology oraz aktualizacja do programu SQL Server 2017

W nowoczesnej firmie wszystkie systemy muszą działać niezawodnie i nieprzerwanie. Temu wymaganiu pomagają sprostać dyski SSD klasy Enterprise oferowane przez firmę Kingston, które cechują się przewidywalną wydajnością i niezawodnością potwierdzoną pomyślnymi wynikami rygorystycznych testów. Oferta dysków SSD z serii DC500 firmy Kingston pozwala centrům danych wybrać rozwiązanie odpowiednie do przetwarzanych obciążeń i najbardziej efektywne kosztowo. Wysoka wydajność jest koniecznym warunkiem w przypadku dostarczania produktów i rozwiązań oraz realizowania umów o gwarantowanym poziomie usług (SLA). Dyski SSD firmy Kingston z serii DC500 są tak zaprojektowane, aby spełnić wszystkie te wymagania.

Microsoft SQL Server 2017

Rozwiązanie SQL Server 2017 oferuje niezawodność, bezpieczeństwo oraz uproszczone zarządzanie na potrzeby obciążeń o krytycznym znaczeniu – wszystko na platformie danych będącej liderem wśród wydajności „in-memory” baz danych OLTP.

Od momentu wprowadzenia programu SQL Server 2008 R2 zespół SQL Server dostarczył ponad 100 nowych, ważnych funkcji w wersji 2017.

WHAT'S NEW IN SQL SERVER 2017 SINCE 2008 R2					
OLTP Performance	Security	Business Intelligence	Hybrid Cloud		
<ul style="list-style-type: none"> Real-time operational analytics with in-memory OLTP or on disk In-memory for more applications Unparalleled scalability with Windows Server 2016, with 12TB memory and Windows Server 2016 max cores Enhanced AlwaysOn, with 8 secondaries and Replicas Wizard Multiple node failover clustering (3 synchronous, up to 8 replicas) In memory OLTP Buffer Pool Extension to SSDs Enhanced query processing Resource Governor adds IO governance SysPrep at cluster level Predictable performance with tiering of compute, network and storage with Windows Server 2016 R2 Delayed Durability Clustered Shared Volume support, VHDX support (Windows Server 2016 R2) Manage on-premises and cloud apps (System Center 2016 R2) Query optimization enhancements Recovery Advisor Windows Server Core Live Migration Online operations enhancements Query Store Temporal support 	<ul style="list-style-type: none"> SQL Server Data Tools Local DB runtime (Express) Data-tier application component project template Data Tier Application Framework (DAC Fx) Interoperability support (ADO.NET, ODBC, JDBC, PDO, ADO API and .NET C/C++ - Java, Linux and PHP platforms) Enhanced support for ANSI SQL standards Transact-SQL, Static Code Analysis tools Transact-SQL code snippets Intelligence FileTable build on FILESTREAM Remote Blob Storage with SharePoint 2010 Statistical Semantic Search Spatial features, Full Globe and arcs Large user-defined data types Distributed Replay Contained Database Authentication System Center Management Pack for SQL Server 2012 Windows PowerShell 2.0 support Multi-server Management with SQL Server Utility Control Point Data Tier Application Component Automatic Plan Correction 	<ul style="list-style-type: none"> Transparent Data Encryption Always Encrypted Enhanced separation of duty Row-level security Dynamic data masking Enhanced separation of duties Default schema for groups SQL Server Audit SQL Server fine-grained auditing 	<ul style="list-style-type: none"> Enhanced connectors, new transformations, object-level security, ragged hierarchies** Graph data support Mobile BI Enhanced SSIS Enterprise-grade Analysis Services Advanced tabular models In-memory analytics Enhanced multidimensional models JSON support Enhanced DQS Enhanced MDX Modern Reporting Services Temporal tables Advanced data mining Create mobile reports using the SQL Server Mobile Report Publisher Consume with Power BI mobile apps Azure HDInsight Service Power BI Power Map for Excel Match up data from different sources, such as Oracle & Hadoop HA for StreamInsight, complex event processing SQL Server Data Tools support for BI Change Data Capture for Oracle Import PowerPivot models into Analysis Services 	<ul style="list-style-type: none"> Enhanced productivity and performance Power View Configurable reporting alerts Reporting as SharePoint Shared Service Build organization knowledge base Connect to 3rd party data cleansing providers Master Data Hub Master Data Services Add-in for Excel Graphical tools in SSIS Extensible object model SSIS as a server Broader data integration with more sources: DB vendors, cloud, Hadoop Pipeline improvements 	<ul style="list-style-type: none"> Stretch database Partitioning for efficient data loading Hybrid scenarios with SSIS Enhanced backup to Azure Easy migration to the cloud Simplified cloud DR with AlwaysOn replicas Simplified backup to Azure Support for backup of previous versions of SQL Server to Azure Cloud back-up encryption support Simplified cloud Disaster Recovery with AlwaysOn replicas in Azure VMs New Azure Deployment UI for SQL Server Larger SQL Server VMs and memory sizes available in Azure SQL Server Data Tools Snapshot backups to Azure via SQL Server Management Studio
	<ul style="list-style-type: none"> Data Warehousing 	<ul style="list-style-type: none"> Advanced Query Processing Operational analytics In-memory Columnstore Deployment rights for APS Enhanced In-memory Columnstore for DW Polybase for simple T-SQL to query structured and unstructured data Enhanced database caching Up to 15,000 partitions Analytics Platform System 	<ul style="list-style-type: none"> Advanced Analytics 	<ul style="list-style-type: none"> Platform 	

Rysunek 1 — nowe funkcje dodane do programu SQL od wersji SQL Server 2008 R2

Główne funkcje przetwarzania OLTP dostępne w programie SQL Server 2017 obejmują:

- **Wydajność:** zintegrowany zestaw narzędzi in-memory programu SQL Server wykracza poza pojedyncze funkcje i zapewnia obsługę w znacznym stopniu zwiększającą wydajność w szerokim zakresie scenariuszy.

- **Bezpieczeństwo i zgodność:** wraz z rozwojem programu SQL Server dodano nowe możliwości, aby chronić dane statyczne i w ruchu dzięki nowym funkcjom, takim jak Always Encrypted i Row-Level Security.
- **Dostępność:** Serwer SQL, znany z wytrzymałości i niezawodności, dodał znaczące nowe ulepszenia funkcji AlwaysOn, takie jak lepsze bilansowanie obciążeń oraz nowe funkcje zwiększające elastyczność i skuteczność tworzenia kopii zapasowych.
- **Skalowalność:** Postępy w zakresie przetwarzania, pamięci masowych oraz pracy w sieci będą mieć bezpośredni wpływ na obciążenia programu SQL Server używane w sytuacjach krytycznych.
- **Usługi w chmurze:** Dzięki nowym narzędziom w programie SQL Server oraz na platformie Microsoft Azure jeszcze prostsze stało się skalowanie w chmurze, tworzenie poprawek, rozwiązania do tworzenia kopii zapasowych i odzyskiwania po awarii oraz uzyskiwanie dostępu do zasobów, niezależnie od tego, gdzie się znajdują — na miejscu, w prywatnej czy publicznej chmurze.

W tych testach skupiono się na korzystaniu z domyślnych tabel opartych na dyskach, a nie na wykorzystaniu możliwości „in-memory” OLTP, ponieważ naszym celem jest pokazanie, w jaki sposób wykorzystanie dysków DC500M firmy Kingston Technology wraz z programem SQL Server 2017 może być użyte do konsolidacji obciążeń programu SQL Server 2008 poprzez uruchomienie ich na nowoczesnym sprzęcie, bez konieczności wprowadzania zmian w bazie danych (innych niż proste uaktualnienie).

Windows Server 2019 Datacenter

Windows Server 2019 to system operacyjny gotowy do działania w chmurze, który zapewnia nowe warstwy zabezpieczeń oraz innowacje inspirowane platformą Microsoft Azure dla aplikacji i infrastruktury, w której działa firma. Z punktu widzenia pamięci masowych system Windows Server 2019 zawiera nowe funkcje i rozszerzenia dla pamięci masowych definiowanych przez oprogramowanie, a także dla tradycyjnych serwerów plików.

Seria dysków SSD Data Center DC500 firmy Kingston

Dyski z serii Data Center DC500 firmy Kingston (DC500R/DC500M) to wysokowydajne dyski SSD z interfejsem SATA 6 Gb/s wyposażone w najnowszą technologię pamięci 3D TLC NAND, przeznaczone do środowisk serwerowych obsługujących obciążenia operacjami odczytu i mieszane. Dyski implementują rygorystyczne wymagania jakości usługi (QoS) firmy Kingston, dzięki czemu zapewniają przewidywalną wydajność losowych operacji we/wy i przewidywalne, niskie opóźnienia w szerokim zakresie obciążeń operacjami odczytu danych. Użycie tych dysków może zwiększyć wydajność systemów AI, uczenia maszynowego, analiz dużych zbiorów danych, systemów obliczeniowych w chmurze, programowych magazynów danych, operacyjnych baz danych (ODB), aplikacji bazodanowych oraz hurtowni danych. Pojemności należą do zakresu 480 GB, 960 GB, 1,92 TB, 3,84 TB.

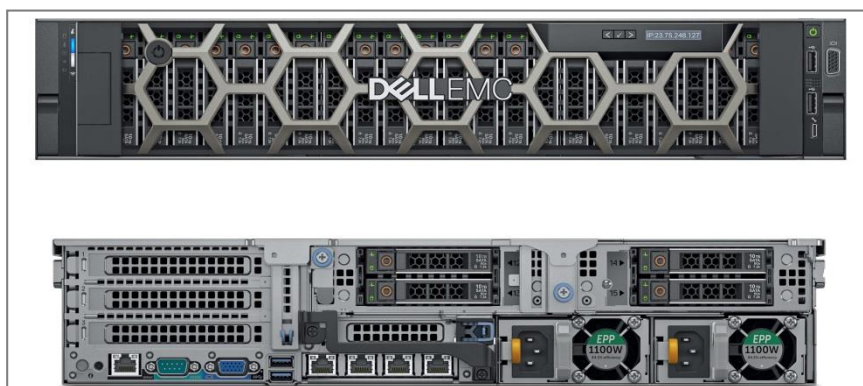


Rysunek 2 — Kingston Data Center DC500M — dysk SSD — 960GB — SATA 6Gb/s

Sprzęt

Na potrzeby tego testu użyliśmy dwóch serwerów Dell PowerEdge R740XD. Jeden został użyty do porównania programu SQL Server 2008 R2 działającego na Windows Server 2008 R2, który korzysta z dysków twardych Dell 10 000 RPM SAS 1,2 TB. Będzie to typowe dla serwera z nadal uruchomionym programem SQL Server 2008 R2. Drugi został użyty do porównania programu SQL Server 2017 działającego na Windows Server 2019, który korzysta z dysków SSD DC500M 960 GB.

Każdy z serwerów korzystał z dwóch procesorów Intel Xeon Silver 4114 2,2G, 10C/20T, 9,6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400 z łączną liczbą 40 rdzeni wirtualnych.



Rysunek 3 — serwer typu rack PowerEdge R740xd

Każdy serwer miał 24 moduły pamięci Server Premier KTD-PE426/32G firmy Kingston o łącznej pojemności RAM 768 GB.



Rysunek 4 — Server Premier firmy Kingston — DDR4 — 32 GB — DIMM 288-pinowe — zarejestrowany moduł pamięci

Dla serwera SQL Server 2008 R2 użyliśmy 8 dysków twardych Dell 1,2 TB SAS 12 Gb/s.



Rysunek 5 — Dell — dysk twardy — 1,2 TB — SAS 12 Gb/s

Cztery z dysków zostały skonfigurowane za pomocą kontrolera PERC H740P RAID z pamięcią cache 8 GB NV przy użyciu RAID 10 z paskiem 64 K i rozmiarem przydziału 64 k jako wolumin logiczny użyty do plików programu SQL Server. Pozostałe cztery także skonfigurowano przy użyciu mechanizmu RAID 10 z paskiem 64 K i rozmiarem przydziału 8 k jako wolumin logiczny użyty do plików programu SQL Server. Użyliśmy pamięci cache Read Ahead, Write Through kontrolera RAID.

Oprogramowanie

Każdą instalację serwera od podstaw przeprowadzono za pomocą systemu Windows Server 2019 Datacenter (10.0, kompilacja 17763) z rolą Hyper-V. W przypadku załączonej pamięci masowej rozważaliśmy użycie funkcji miejsc do magazynowania systemu Windows. Jednak funkcja ta nie była dostępna w rozwiązaniu Windows Server 2008 R2 Datacenter, więc dyski zostały skonfigurowane za pomocą kontrolera RAID.

Każdy serwer został skonfigurowany z dwiema maszynami wirtualnymi, każda z 16 rdzeniami wirtualnymi oraz 128 GB pamięci RAM. Użyliśmy jednego obrazu jako sterownika testowego VM do uruchomienia programu HammerDB, który przesyła transakcje do serwera testowego.

Obciążenia SQL Server 2017 uruchomione na maszynie wirtualnej Hyper-V, z systemem Windows Server 2019 jako system operacyjny gościa z uruchomionym programem SQL Server 2017 Developer Edition, oraz 16 rdzeni wirtualnych. Obciążenia SQL Server 2008 R2 uruchomione na maszynie wirtualnej Hyper-V, z systemem Windows Server 2008 R2 jako system operacyjny gościa z uruchomionym programem SQL Server 2008 R2 Developer Edition, oraz 16 rdzeni wirtualnych.

Układ dysków obejmował następujące elementy:

Dysk	Pojemność (GB)	Przeznaczenie	Uwagi	Łączny rozmiar dla użytych plików SQL Server (GB)
C:	129	SYSTEM OPERACYJNY	Program SQL Server zainstalowano na każdej maszynie wirtualnej za pomocą programu sysprep	
D:	282	Dane	Format przy 64 k	Dane TPCC (193), dane TempDB (16)
L:	400	Dziennik	Format przy 8 k	Dziennik TPCC (20), dziennik TempDB (0,5)

Rysunek 6 — układ dysków dla maszyn wirtualnych SQL Server z TPC-C z 2000 magazynów dla bazy danych 157 GB.

Generowanie obciążenia i konfiguracja programu HammerDB

Narzędzie HammerDB zostało użyte do wygenerowania obciążeń transakcyjnych, takich jak TPC-C dla 2000 magazynów. Narzędzie [HammerDB](#) powszechnie używane do porównywania baz danych stanowi standard branżowy kontrolowany przez społeczność. TPC-C jest standardem porównawczym publikowanym przez organizację Transaction Process Performance Council (TPC) dla obciążeń OLTP. Przestrzeganie specyfikacji TPC-C zapewnia zgodność i spójność testów.

W przebiegu testowym użyliśmy bazy danych 157 GB reprezentującej średni rozmiar bazy danych OLTP w oparciu o dane zebrane od klientów DB Best. Na poniższym rysunku przedstawiono rozmiary dla każdej z tabel przedstawionych w raporcie **Użycie dysków wg głównych tabel** z aplikacji SQL Server Management Studio.

This report provides detailed data on the utilization of disk space by top 1000 tables within the Database. The report does not provide data for memory optimized tables.

Table Name	# Records	Reserved (KB)	Data (KB)	Indexes (KB)	Unused (KB)
dbo.stock	200,000,000	64,134,928	64,000,000	134,896	32
dbo.customer	60,000,000	53,378,304	43,636,368	9,741,808	128
dbo.order_line	599,962,513	39,434,768	39,341,808	92,888	72
dbo.history	60,000,000	3,605,944	3,605,184	184	576
dbo.orders	60,000,000	3,093,584	1,959,184	1,134,272	128
dbo.new_order	18,000,000	321,544	320,720	736	88
dbo.district	20,000	321,016	160,000	160,952	64
dbo.warehouse	2,000	32,272	16,000	16,096	176
dbo.item	100,000	9,544	9,416	32	96

Rysunek 7 — rozmiar każdej tabeli dla bazy danych 2000 magazynów TPCC

Użyliśmy 10 grup użytkowników wirtualnych, korzystając z ciągu Fibonacciego 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 oraz 89.

Konfiguracja programu SQL Server

Program SQL Server 2017 Standard Edition na maszynach wirtualnych został skonfigurowany w sposób przedstawiony w tabeli poniżej.

Nazwa parametru	Minimum	Maksimum	Wartość konfiguracji	Wartość uruchomienia
próg kosztów dla równoległości	-	32 767	50	50
próg kursora	(1)	2 147 483 647	(1)	(1)
ślad domyślny włączony	-	1	1	1
maksymalny stopień równoległości	-	32 767	1	1
maksymalna pamięć serwera (MB)	128	2 147 483 647	104 857	104 857
rozmiar pakietu sieciowego (B)	512	32 767	4 096	4 096
czas oczekiwania na zapytanie (s)	(1)	2 147 483 647	(1)	(1)

Rysunek 8 — konfiguracja programu SQL Server zoptymalizowana pod kątem obciążeń OLTP

Wyniki testu zostały zapisane na maszynie wirtualnej sterownika HammerDB, a następnie wczytane do usługi Power BI w celu analizy wyników.

Scenariusze testów porównawczych

Uzasadnienie porównania

Porównanie TPC-C jest dostępne od 1992 r., oficjalna definicja jest dostępna na stronie tpc.org⁴. Zapewnia rzeczywisty test programu SQL Server oraz sprzętu serwerowego na potrzeby lepszego zrozumienia potencjalnej skuteczności różnych konfiguracji serwera. Firma DB Best korzysta z tego porównania jako wartości podstawowej dla różnych rozmiarów maszyn wirtualnych działających na miejscu lub w różnych chmurach, aby pomóc klientom lepiej zaplanować wdrożenia w nowych środowiskach.

HammerDB to bezpłatna aplikacja porównawcza na licencji typu open source, która obsługuje rozwiązania SQL Server, Oracle Database, IBM DB2, MySQL, MariaDB, PostgreSQL, Redis oraz Amazon Redshift. Obsługuje ona przeprowadzanie testów porównawczych TPC-C dla OLTP oraz TPC-H dla obciążeń analitycznych na magazynach danych. Kod źródłowy HammerDB jest dostępny w rozwiązaniu [GitHub](https://github.com) hostowanym przez [TPC](https://tpc.org), więc dostawcy baz danych mogą dodawać własne wersje porównania.

W programie HammerDB⁵ można zastosować skrypty, aby generować bazy danych, testować dane i przeprowadzać porównania. W tym porównaniu użyliśmy funkcji autopilota do przeprowadzenia testów porównawczych z odpowiednio następującą liczbą współbieżnych użytkowników: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 oraz 89. Lubimy ciąg Fibonacciego, ponieważ pozwala sprawdzić, jak system zareaguje na większą liczbę użytkowników.

Funkcja autopilota to sposób definiowania czasu rozpędzenia, aby umożliwić wszystkim użytkownikom rozpoczęcie przetwarzania transakcji oraz rozruchu bazy danych do pamięci serwera bazy danych. Przeważnie uruchomienie do 100 użytkowników zajmuje 1 minutę. Użyliśmy czasu rozpędzenia 3 minuty, aby zapewnić odpowiednio dużo czasu przed rozpoczęciem cyklu testowania.

W tym cyklu testowym użyliśmy czasu trwania wynoszącego 5 minut. W tym czasie test porównawczy generuje nowe zamówienia, tak jak przeważnie program wprowadzania zamówień przetwarzałby transakcje w odmierzonej okolicy. Program HammerDB zapisuje faktyczną liczbę transakcji użytych do przetwarzania nowych zamówień oraz wartość nowych zamówień na minutę (NOPM) jako reprezentację rzeczywistej pracy, którą musi wykonać baza danych.

Na koniec uruchomienia program HammerDB tworzy pliki dzienników z informacjami o transakcji dla każdego uruchomienia przez użytkownika. Dodatkowo uchwyciliśmy podstawowe liczniki skuteczności oraz inne informacje systemowe, aby pomóc odnieść wyniki do skuteczności procesora CPU, dysku, sieci i pamięci.

⁴ Listę wszystkich specyfikacji TPC można znaleźć na stronie http://www.tpc.org/tpc_documents_current_versions/current_specifications.asp

⁵ Witryna HammerDB — http://www.tpc.org/tpc_documents_current_versions/current_specifications.asp

Wydajność CPU

Do sprawdzenia wydajności CPU użyliśmy jednowątkowego testu wydajności⁶, korzystając z programu SQL Server przed rozpoczęciem testu. Procesor Intel Xeon Silver 4114 CPU 2,2 GHz, którego użyliśmy do testu ma niższą prędkość zegara niż procesory Gold czy Platinum⁷.

W naszym przypadku otrzymaliśmy wartość około 14 000. Nowsze procesory przeważnie przeprowadzają ten test z wartością około 7000. Jednak wybraliśmy ten procesor CPU jako często używany do uruchamiania istniejących rozwiązań baz danych w programie SQL Server 2008 R2. (Czy wartość 14 000 jest lepsza czy gorsza niż 7000? Potrzebne wyjaśnienie na potrzeby własne, nie dokumentacji)

W porównaniach TPC-C preferowane są szybsze procesory CPU. Użycie bardziej nowoczesnego procesora CPU dla programu SQL Server 2017 pozwoli także zmniejszyć liczbę wymaganych rdzeni wirtualnych. Jednak największy wpływ na wyniki ma wydajność dysku.

Wydajność dysku

Aby poznać wydajność dysku na platformie Windows, użyliśmy programu działającego na licencji typu open source Diskspd opracowanego pierwotnie przez firmę Microsoft.⁸ Dla platform systemu Linux użyliśmy narzędzia FIO. Podczas korzystania z programu Diskspd zastosowaliśmy się do odpowiednich wskazówek wiceprezesa oddziału SQL Server Glena Berriego, aby dostosować wzorzec We/Wy użyty dla transakcji programu SQL Server⁹. Tak wygląda wiersz polecenia:

```
diskspd -b8K -d30 -o4 -t8 -h -r -w25 -L -Z1G -c20G T:\iotest.dat > DiskSpeedResults.txt
```

Oto kilka głównych kwestii dotyczących korzystania z programu Diskspd przy wolumenach plików danych użytych w programie SQL Server 2008 R2 na dyskach HDD oraz SQL Server 2017 na dyskach DC500M (oba skonfigurowane z czterema dyskami z użyciem kontrolera RAID 10).

⁶ Kod źródłowy dla jednowątkowego testu wydajności dla programu SQL Server jest dostępny na stronie <https://www.hammerdb.com/blog/uncategorized/hammerdb-best-practice-for-sql-server-performance-and-scalability/>

⁷ Pełna lista procesorów Intel Xeon wraz ze specyfikacją znajduje się na stronie <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/125191/intel-xeon-scalable-processors.html>

⁸ Repozytorium GitHub dla Windows Diskspd na stronie <https://github.com/Microsoft/diskspd>

⁹ Korzystanie z rozwiązania Microsoft DiskSpd do testowania podsystemu pamięci masowych na stronie <https://sqlperformance.com/2015/08/io-subsystem/diskspd-test-storage>

Oto wyniki dla wolumenu dysku HDD użytego do plików danych programu SQL Server 2008 R2.

Total IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	459390976	56078	14.60	1869.31	17.119	23.801
Read IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	344678400	42075	10.96	1402.53	20.563	21.940
Write IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	114712576	14003	3.65	466.78	6.772	26.069
Latency (ms)						
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total (ms)			
min	0.290	0.259	0.259			
25th	8.306	0.722	5.497			
50th	14.220	2.336	10.825			
75th	25.396	6.475	21.006			
90th	42.511	11.673	37.731			
95th	56.386	15.962	51.870			
99th	94.808	73.804	93.303			

Rysunek 9 — wyniki programu Diskspd obsługującego dyski danych dla dysków HDD użytych z programem SQL Server 2008 R2

Porównajmy to z wynikami wolumenów danych korzystających z dysków DC500M firmy Kingston Technology.

Total IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	24128364544	2945357	767.02	98178.97	0.325	0.252
Read IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	18084192256	2207543	574.88	73585.07	0.334	0.262
Write IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	6044172288	737814	192.14	24593.90	0.297	0.219
Latency (ms)						
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total (ms)			
min	0.074	0.063	0.063			
25th	0.211	0.199	0.208			
50th	0.281	0.257	0.274			
75th	0.377	0.333	0.365			
90th	0.524	0.464	0.512			
95th	0.629	0.570	0.612			
99th	1.384	0.868	1.272			

Rysunek 10 — wyniki programu Diskspd obsługującego dyski danych dla dysków DC500M użytych z programem SQL Server 2017

Często podczas treningowych aktualizacji baz danych u klientów obserwujemy niezgodność starych dysków i programu SQL Server.

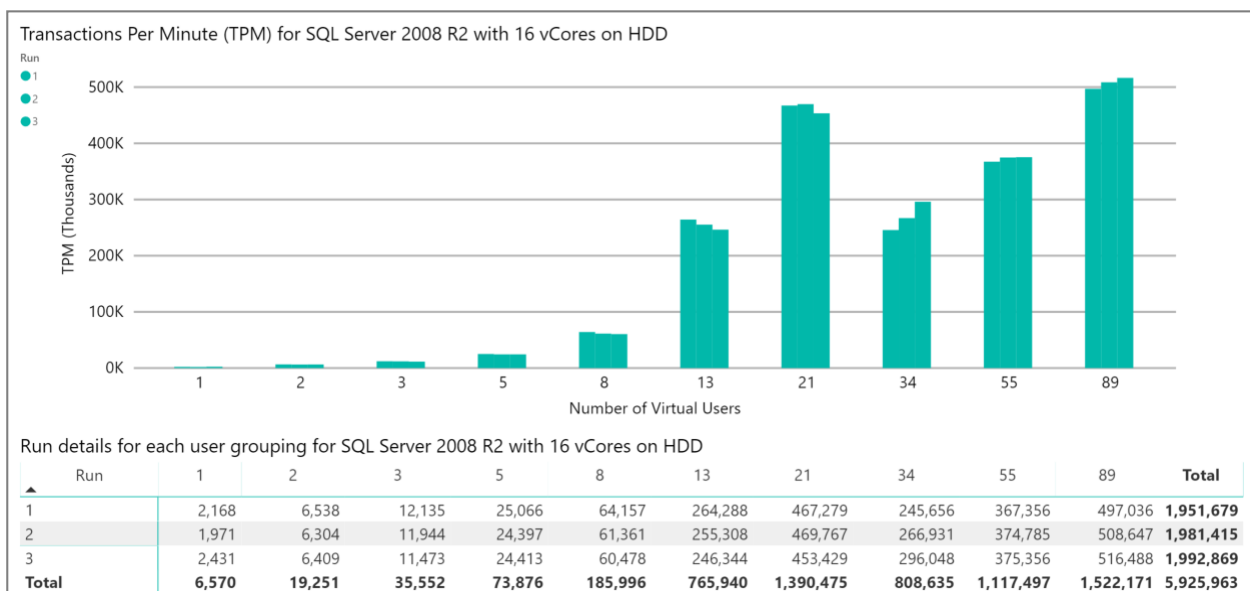
Wskaźniki dotyczące wydajności

Podczas faktycznych przebiegów testowych śledzimy wydajność za pomocą polecenia typeperf w celu gromadzenia liczników wydajności systemu operacyjnego i programu SQL Server.¹⁰

Wyniki testów

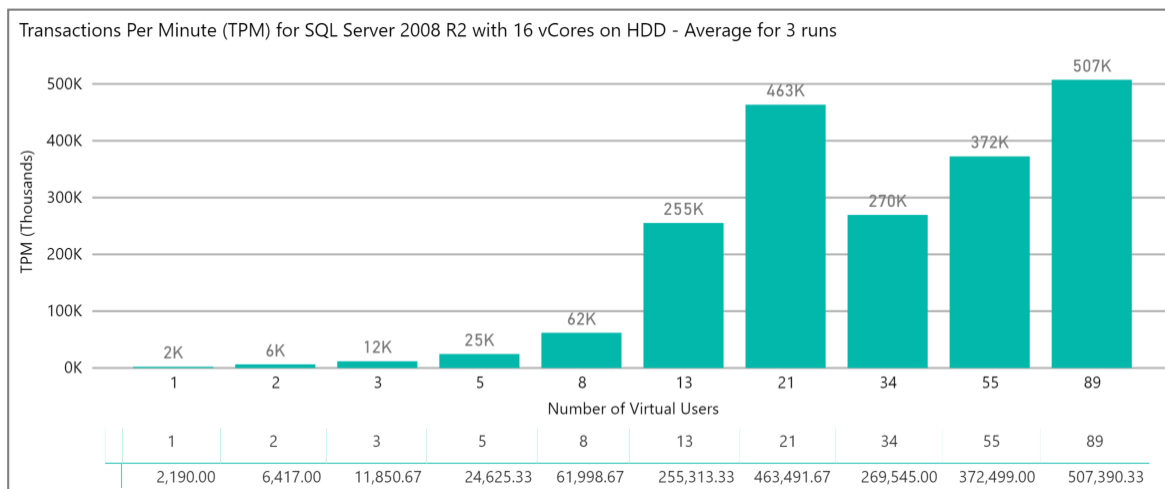
Dla każdego przebiegu testowego wykonujemy trzy uruchomienia, a następnie wyciągamy średnią wartość do podania w wynikach.

Wyniki: SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi na dysku HDD



Rysunek 11 — program SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi na dysku HDD

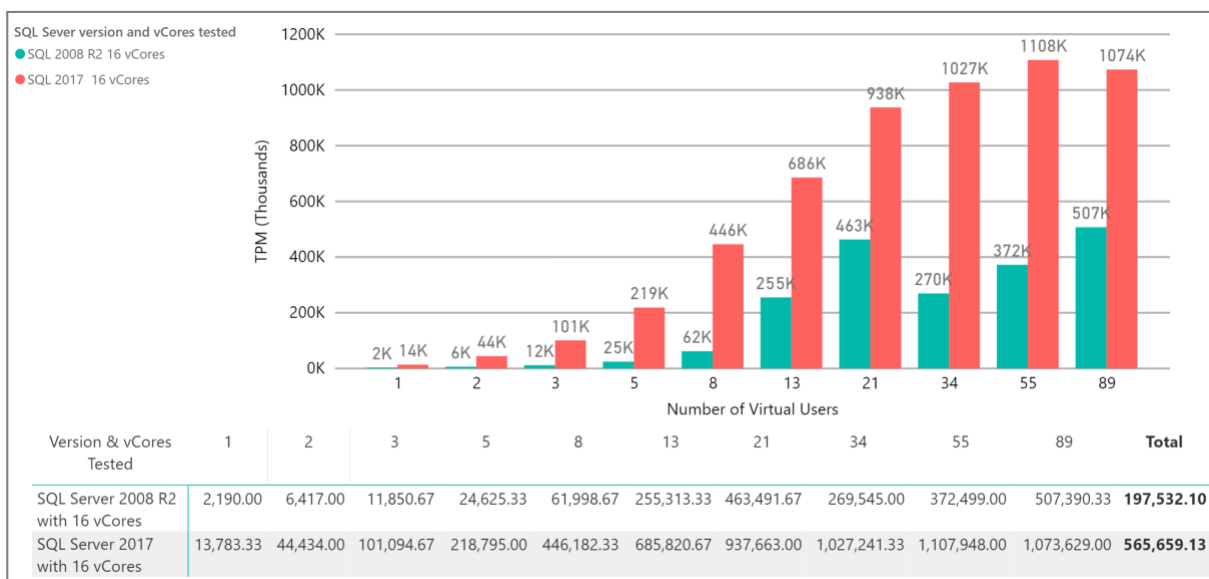
¹⁰ Dokumentacja dotycząca polecenia Windows typeperf dostępna na stronie <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/administration/windows-commands/typeperf>



Rysunek 12 — program SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi — średnia dla trzech przebiegów

Wyniki: SQL Server 2017 z 16 rdzeniami wirtualnymi na dysku DC500M

Dla programu SQL Server 2017 najpierw przetestowaliśmy system z użyciem 16 rdzeni wirtualnych, aby porównać do programu SQL Server 2008 R2 z uruchomionymi dyskami HDD. Oto porównanie dwóch wersji.

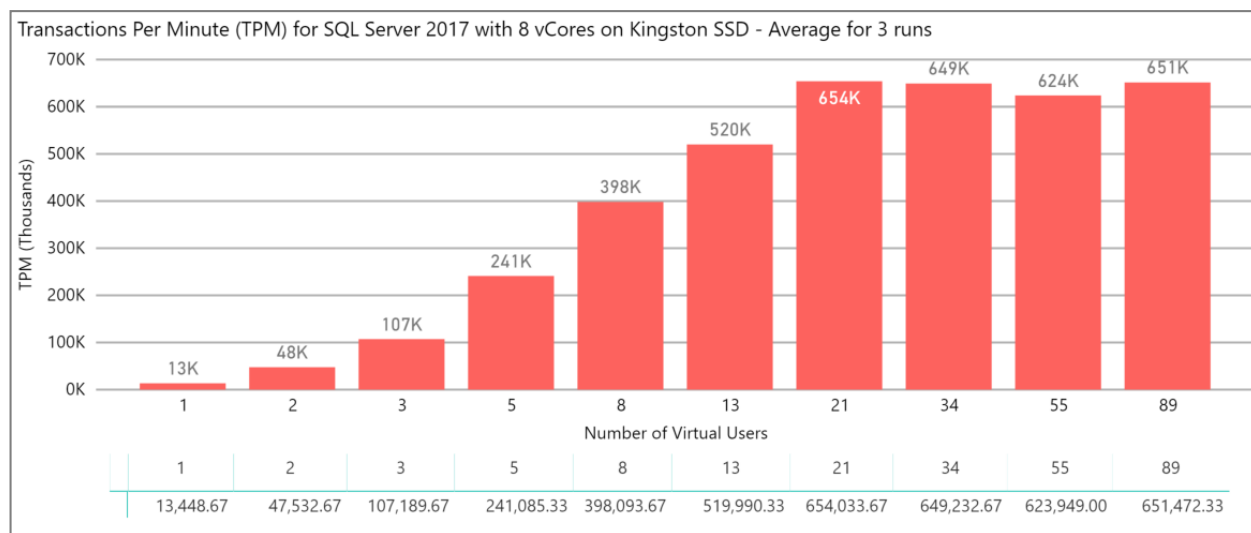
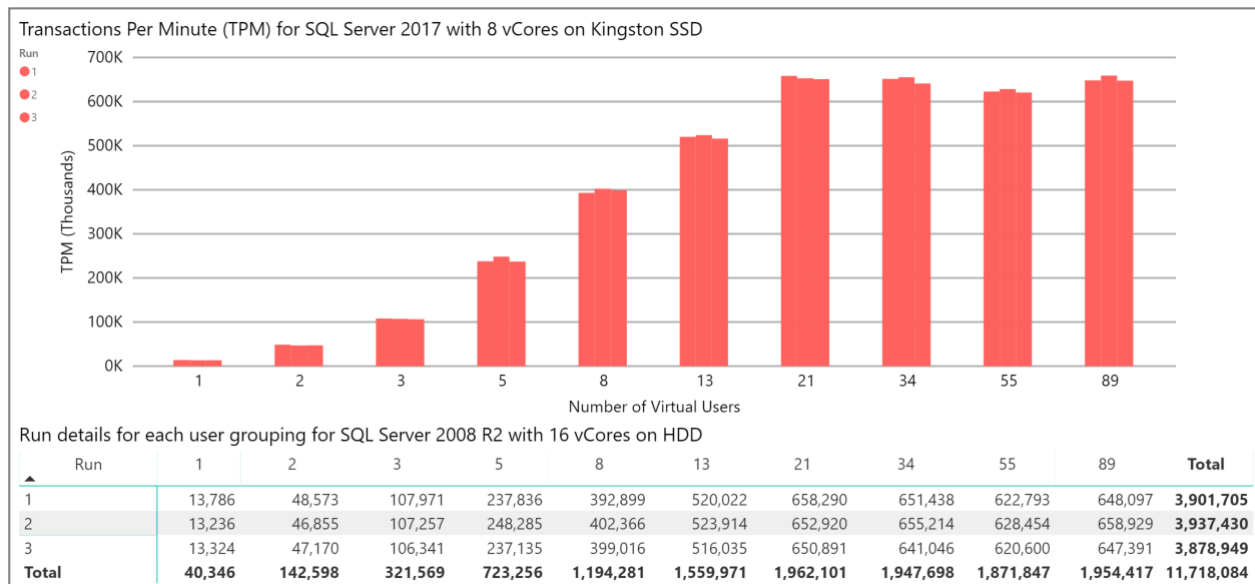


Rysunek 13 — porównanie programu SQL Server 2008 R2 na dysku HDD i programu SQL Server 2017 z dyskami DC500M i 16 rdzeniami wirtualnymi

Ogólny zysk wydajności jest niezwykle znaczący. Jeśli użytkownicy byli zadowoleni z aktualnej wydajności programu SQL Server 2008 R2, to korzystanie z programu SQL Server 2017 z dyskami DC500M bardzo przyjemnie ich zaskoczy. W przypadku projektów konsolidacji oraz aktualizacji baz danych szukamy sposobów na obniżenie kosztów dla klientów, aby zdecydowali się na korzystanie z najnowszej wersji programu SQL Server. Dzięki korzystaniu z dysków DC500M można zmniejszyć liczbę rdzeni wirtualnych wymaganych do osiągnięcia podobnej wydajności w stosunku do istniejących rozwiązań baz danych, ze względu na możliwość przetwarzania przez dyski SDD klasy korporacyjnej większej liczby transakcji przy zachowaniu mniejszego opóźnienia.

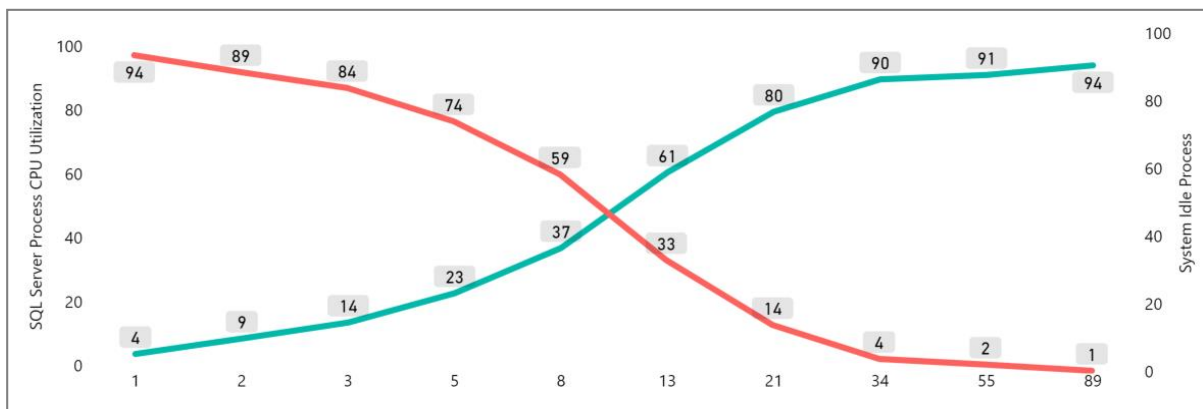
Wyniki: SQL Server 2017 z 8 rdzeniami wirtualnymi na dysku DC500M

Naszą kolejną iteracją było przeprowadzenie porównania na maszynie wirtualnej tylko z 8 rdzeniami wirtualnymi i taką samą ilością pamięci serwera DRAM — 128 GB. W oparciu o nasze poprzednie doświadczenie mogliśmy zmniejszyć ilość pamięci do 32 GB i nadal uzyskać te same wyniki.



W tym przebiegu testowym śledziliśmy procent użycia CPU podczas porównania w stosunku do czasu bezczynności.

Na poniższym wykresie czerwona linia rozpoczyna się na poziomie 94 dla jednego użytkownika i przedstawia wartość procentową procesu bezczynności. Zielona linia przedstawia wartość procentową czasu użycia CPU przez program SQL Server.



Rysunek 14 — program SQL Server 2017 z 8 rdzeniami wirtualnymi przedstawiający wartość procentową użycia CPU w stosunku do czasu bezczynności

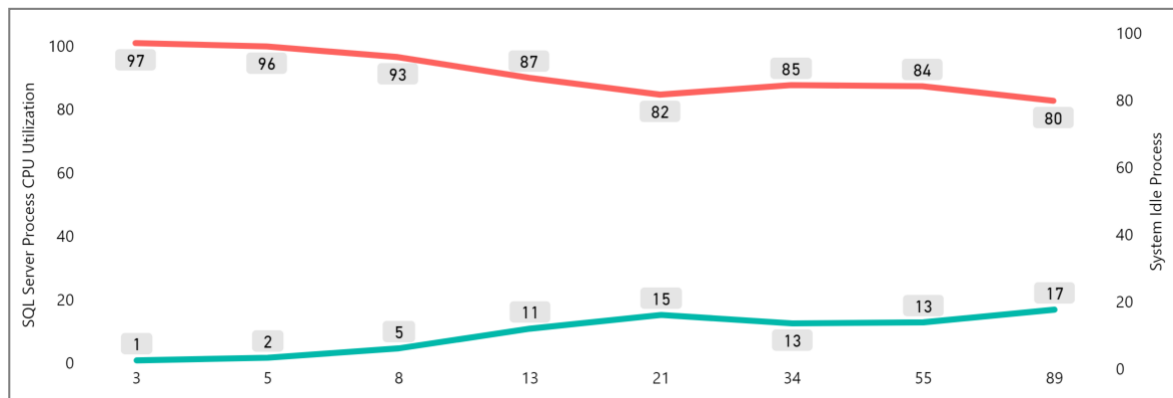
Przy małej liczbie użytkowników program SQL Server potrzebuje niewielkiego użycia CPU, aby przetwarzać żądania transakcyjne. Proces bezczynności systemu w najniższym punkcie wynika głównie ze skuteczności dysków DC500M firmy Kingston. W zasadzie serwer dosłownie nic nie robi.

Wraz ze zwiększeniem liczby użytkowników rośnie użycie CPU do momentu osiągnięcia progu CPU jako wąskiego gardła. Z drugiej strony liczba procesów bezczynności systemu powinna spaść wraz ze zmniejszeniem się czasu czystej bezczynności. Jednak pojawia się inny proces bezczynności systemu. Jest to czas oczekiwania potrzebny programowi SQL Server na zapis danych z pamięci do pliku dziennika transakcji, podczas gdy liczba transakcji rośnie. Jest to zjawisko pozytywne.

Wynika głównie z tego, że cztery dyski RAID 10 mogą osiągnąć maksymalną prędkość odczytu/zapisu 98 000 z opóźnieniem dysku 1,3 ms w 99. percentylu.

Przy 89 użytkownikach system działa na optymalnym poziomie z 8 rdzeniami wirtualnymi i użyciem procesora CPU na poziomie 94% i czasem oczekiwania wynoszącym jedynie 1%.

Należy to porównać z następującymi danymi dotyczącymi programu SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi i dyskiem HDD.

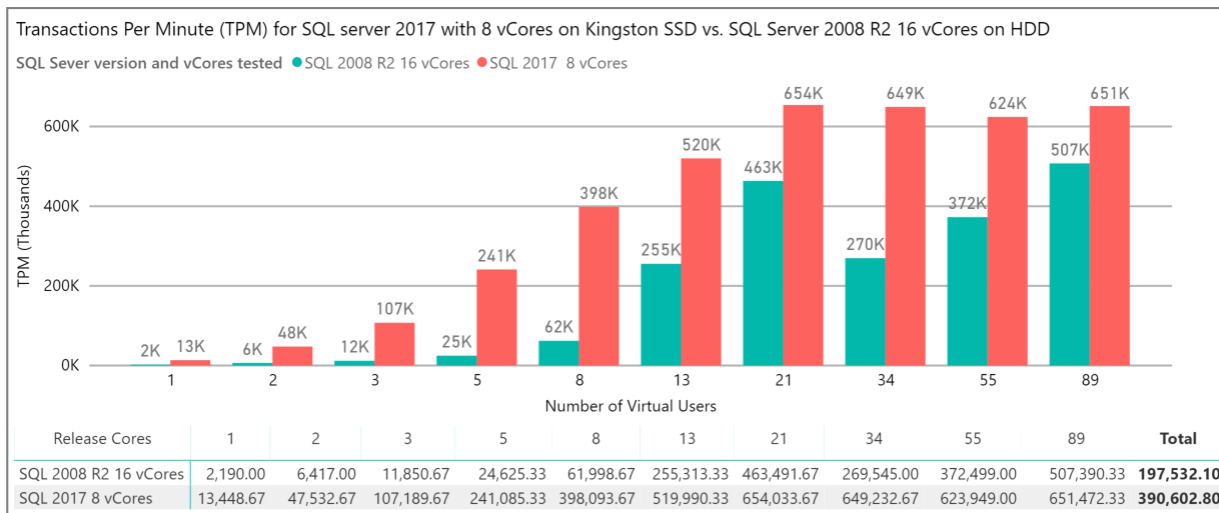


Rysunek 15 — program SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi przedstawiający wartość procentową użycia CPU w stosunku do czasu bezczynności

Użycie procesora nie wzrasta tak jak w przypadku uruchomienia w programie SQL Server 2017, ponieważ pozostały proces bezczynności, który działa, jest czasem oczekiwania, jaki zajmuje programowi SQL Server 2008 R2 odczyt danych z wolniejszych dysków do bufora puli pamięci cache. Program HammerDB uruchamia także transakcje z dużą częstotliwością, SQL Server oczekuje więc blokad i zatrzaśnień wynikających z dodatkowego czasu oczekiwania.

W przypadku dysków HDD wartość operacji we/wy na sekundę podana przez program Diskspd wynosiła jedynie około 1900. To ponad 50 razy wolniej niż w przypadku dysków DC500M firmy Kingston.

Poniżej przedstawiamy porównanie programu SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi z programem SQL Server 2017 z jedynie 8 rdzeniami wirtualnymi.

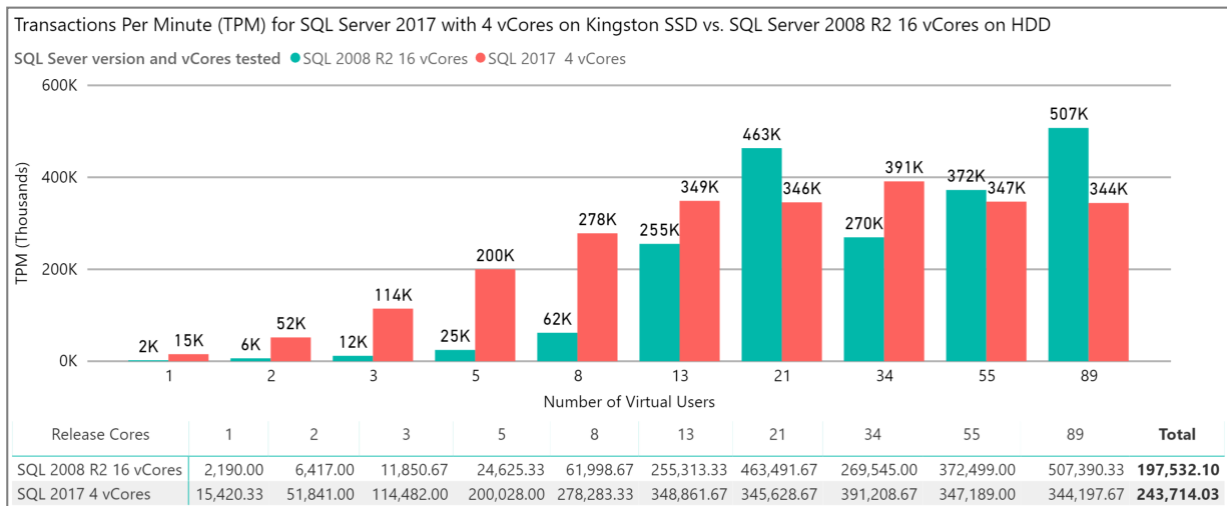


Rysunek 16 — porównanie programu SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi z programem SQL Server 2017 z 8 rdzeniami wirtualnymi

Wykazuje to dużą wydajność programu SQL Server 2017, nadal jest jednak możliwość zmniejszenia liczby rdzeni wirtualnych.

Wyniki: SQL Server 2017 z 4 rdzeniami wirtualnymi na dysku DC500M

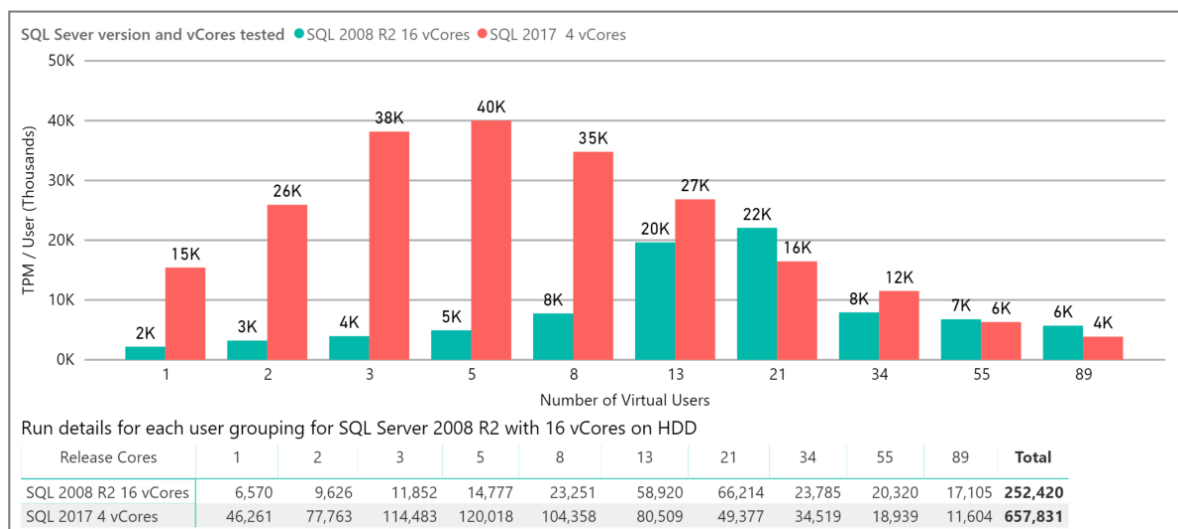
Aby jeszcze lepiej zrozumieć, jak szybsze dyski DC500M firmy Kingston mogą obniżyć liczbę rdzeni wymaganych przez program SQL Server, obniżyliśmy liczbę rdzeni wirtualnych do 4 przy 128 GB pamięci RAM. Na poniższym wykresie pokazano porównanie TPM z programem SQL Server 2008 R2 na dyskach HDD.



Rysunek 17 — porównanie programu SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi z programem SQL Server 2017 z 4 rdzeniami wirtualnymi

Wykres pokazuje, że dla wszystkich uruchomień przez użytkowników średnia wartość TPM dla programu SQL Server 2008 R2 wyniosła 197 532, a dla programu SQL Server 2017 z jedynie 4 rdzeniami wirtualnymi — 243 714. Zasadniczo program SQL Server 2017 z 4 rdzeniami wirtualnymi oraz dyskami DC500M firmy Kingston jest 1,2 raza szybszy.

Z punktu widzenia użytkownika na poniższym wykresie przedstawiono TPM/użytkownika dla każdej z grup użytkowników programu SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi w porównaniu z programem SQL Server 2017 z 4 rdzeniami wirtualnymi.



Rysunek 18 — porównanie TPM/użytkownika dla programu SQL Server 2017 z 4 rdzeniami wirtualnymi z programem SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi

Z punktu widzenia TPM/użytkownika jeden użytkownik w programie SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi na dysku HDD mógł uzyskać 2190 TPM. Przy 89 użytkownikach program SQL Server 2008 R2 osiągnął TPM/użytkownika wynoszący 5702, jednak program SQL Server 2017 z jedynie 4 rdzeniami wirtualnymi oraz dyskami DC500M firmy Kingston był w stanie podtrzymać wynik 3868 TPM/użytkownika. Z punktu widzenia użytkownika program SQL Server 2017 nadal wydaje się szybszy niż SQL Server 2008 R2 o prawie 1,8 raza.

Podsumowanie

Konsolidacja obciążeń zwiększa skuteczność organizacji IT, a także dostawców usług w chmurze i hostingowych dzięki wykorzystaniu zwiększającej się mocy nowoczesnych serwerów macierzystych obsługujących coraz większą liczbę obciążeń. Zwiększające się natężenie obciążeń — liczba obciążeń uruchomionych na serwerze macierzystym — jest ekonomiczną przyczyną konsolidacji, zmniejszając liczbę serwerów macierzystych wymaganych do uruchomienia danej liczby obciążeń.

Rozwiązania firmy Kingston o wysokiej wydajności w zakresie pamięci i pamięci masowych centrów danych składające się z dysków SSD (DC500M) oraz pamięci serwerowej (Server Premier) umożliwiają ponoszenie kosztów w zależności od wydajności, co nie tylko ułatwia zwiększoną skuteczność obciążeń, ale też może zoptymalizować zyskowność firm, jednocześnie zmniejszając łączny koszt posiadania.

Zmniejsz liczbę wymaganych serwerów macierzystych, aby ograniczyć zarówno koszty sprzętu, jak i licencji na oprogramowanie. Koszty licencji na oprogramowanie są bardzo istotne podczas oceny potencjalnych oszczędności, jak wykazano w [Załączniku A — Zestawienie materiałów dla systemu testowego](#), w którym podano koszty detaliczne konfiguracji serwera macierzystego użytego do testów.

Koszt licencji na oprogramowanie jest głównym elementem łącznego kosztu systemu. Jest to przede wszystkim koszt licencji na rdzeń programu SQL Server Standard Edition. Stanowi on 113% łącznego kosztu systemu dla 16 rdzeni wirtualnych.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings for the total server compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00
Savings in SQL Server licensing costs			75%	50%	0%
Percentage of the SQL Server license costs compared to the hardware and OS			28%	56%	113%

Rysunek 19 — ogólne porównanie kosztów oraz pokazanie, jak zmniejszenie liczby rdzeni wirtualnych w znaczący sposób obniża koszty dzięki użyciu dysków DC500M

Większa konsolidacja obciążeń przy użyciu mniejszej liczby rdzeni oznacza, że potrzebna będzie mniejsza liczba licencji na rdzeń, co daje możliwość osiągnięcia znaczących oszczędności.

Wysokie użycie CPU przy opóźnieniu we/wy bliskiemu zero wskazuje, że wydajność pamięci masowych SSD jest wystarczająco wysoka, aby zapewnić pracę dla procesora CPU — nawet przy maksymalnej liczbie użytkowników.

Kolejne kroki

Skontaktuj się z firmą Kingston Technology, aby dowiedzieć się, jak dyski SSD Data Center DC500 (DC500R/DC500M) klasy Enterprise mogą zoptymalizować Twoje potrzeby biznesowe, usprawnić skuteczność obciążeń i obniżyć łączny koszt posiadania podczas migracji obciążeń z programu Microsoft SQL Server 2008 do SQL Server 2017. Wejdź na stronę <https://www.kingston.com/us/ssd/dc500-data-center-solid-state-drive>, aby dowiedzieć się więcej o dyskach SSD DC500 klasy Enterprise firmy Kingston. Możesz także skorzystać z czatu na żywo na stronie <https://www.kingston.com/us/support/technical/emailcustomerservice>.

Uzyskaj ocenę swojego środowiska wykonaną przez firmę DB Best.

Mamy świadomość, że konfiguracje serwera macierzystego ani obciążenia klientów nie będą takie same, jak nasze środowisko testowe, a różnica będzie miała wpływ na skuteczność tych rozwiązań. Jesteśmy przekonani, że założenia i wybory przedstawione w naszym środowisku testowym są rozsądne i reprezentatywne. Jednak wyniki, które odnotowaliśmy, są odwzorowaniem rygorystycznych testów. Zachęcamy więc klientów poddających pod ocenę zastosowanie tych rozwiązań, aby poprosili o ocenę swojego unikalnego środowiska, kontaktując się z firmą DB Best:

Skontaktuj się z nami pod adresem <https://www.dbbest.com/company/contact-us/>

Można też skontaktować się z Dmitrym Balinem (Dmitry@dbbest.com) lub pozostałymi autorami tego opracowania.

Załącznik A — Zestawienie materiałów dla systemu testowego

Konfiguracje serwerów

Poniżej przedstawiono kopię zestawienia materiałów dla rozwiązania Dell PowerEdge R740XD z dwoma serwerami Intel Xeon Silver 4114 2,2G o łącznej liczbie 20 rdzeni fizycznych i 40 wirtualnych.

PowerEdge R740XD - [amer_r740xd_12238]			
Estimated delivery date: Nov. 9, 2018		1	\$7,595.62
210-AKZR	PowerEdge R740XD Server	1	-
329-BDKH	PowerEdge R740/R740XD Motherboard	1	-
461-AADZ	No Trusted Platform Module	1	-
321-BCRC	Chassis up to 24 x 2.5 Hard Drives including 12 NVME Drives, 2CPU Configuration	1	-
240-BLBE	PowerEdge R740XD Shipping	1	-
343-BBFU	PowerEdge R740 Shipping Material	1	-
338-BLUS	Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	-
374-BBPP	Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	-
412-AAIQ	Standard 1U Heatsink	1	-
412-AAIQ	Standard 1U Heatsink	1	-
370-ADHU	2666MT/s RDIMM	1	-
370-AAIP	Performance Optimized	1	-
780-BCDS	Unconfigured RAID	1	-
405-AAHR	PERC H740P RAID Controller, 8GB HV Cache, Adapter, Full Height	1	-
619-ABVR	No Operating System	1	-
421-5736	No Media Required	1	-
385-BBKT	IDRAC9, Enterprise	1	-
528-BCBW	IDRAC Digital License	1	-
379-BCQV	IDRAC Group Manager, Enabled	1	-
379-BCSF	IDRAC, Factory Generated Password	1	-
330-BBHD	Riser Config 6, 5 x8, 3 x16 slots	1	-
540-BBBW	Broadcom 5720 QP 1Gb Network Daughter Card	1	-
384-BBPZ	6 Performance Fans for R740/R740XD	1	-
450-ADWS	Dual, Hot-plug, Redundant Power Supply (1+1), 750W	1	-
350-BBBW	No Bezel	1	-
389-BTTO	PE R740XD Luggage Tag	1	-
350-BBJV	No Quick Sync	1	-
750-AABF	Power Saving Dell Active Power Controller	1	-
770-BBBQ	ReadyRails Sliding Rails Without Cable Management Arm	1	-
631-AACK	No Systems Documentation, No OpenManage DVD Kit	1	-
332-1286	US Order	1	-
813-6068	Dell Hardware Limited Warranty Plus On-Site Service	1	-
813-6075	ProSupport: Next Business Day On-Site Service After Problem Diagnosis, 3 Years	1	-
813-6087	ProSupport: 7x24 HW/SW Technical Support and Assistance, 3 Years	1	-
989-3439	Thank you choosing Dell ProSupport. For tech support, visit www.dell.com/support or call 1-800-945-3355	1	-
900-9997	On-Site Installation Declined	1	-
973-2426	Declined Remote Consulting Service	1	-
370-ADHI	8GB RDIMM, 2666MT/s, Single Rank	2	-
400-ASEG	120GB SSD SATA Boot 6Gbps 512n 2.5in Hot-plug Drive, 1 DWPD, 219 TBW	2	-
400-AWLI	Intel 1TB, NVMe, Read Intensive Express Flash, 2.5 SFF Drive, U.2, P4500 with Carrier	1	-
450-AALV	NEMA 5-15P to C13 Wall Plug, 125 Volt, 15 AMP, 10 Feet (3m), Power Cord, North America	2	-

Rysunek 20 — Dell PowerEdge R740XD — zestawienie materiałów

Firma Kingston Technology jest wiodącą dostawcą pamięci dla systemów klienckich i korporacyjnych, postanowiliśmy więc użyć ich modułu pamięci KTD-PE426/32G. Serwer korzystał z 24 modułów, których aktualna cena na stronie CDW¹¹ wynosi 204,99 USD za moduł (dane z dnia XXX). Łączny koszt „detaliczny” pamięci serwerowej wynosiłby 4919,76 USD.

¹¹ Listę cen produktów Kingston Technology KTD-PE426/32G pobrano ze strony <https://www.cdw.com/product/kingston-ddr4-32-gb-dimm-288-pin-registered/4862854?pfm=srh> 16 października 2019 r.

Do systemu testowego SQL Server 2017 firma Kingston Technology zapewniła 8 dysków SEDC500M 960 GB SATA 6 Gb/s. Cena tych dysków na stronie CDW¹² aktualnie wynosi 226,99 USD za sztukę, dając łączny koszt 1815,92 (dane z dnia XXX).

Do systemu testowego SQL Server 2008 R2 załączono zestawienie materiałów dla 8 dysków Dell 400-ATJL.

Billing Address		Shipping Address	Ship Method		
Kingston Technology Company, Inc 17600 Newhope Street Fountain Valley CA, 92708 USA		USA			
			Comments		
Product ID	Description	Qty	Unit Price	Ext Amt	
400-ATJL	DELL 10,000 RPM SAS HARD DRIVE 12GBPS 512N 2.5IN HOT-PLUG DRIVE - 1.2 TB,CK	8	\$195.00	\$1,560.00	
		Pieces 8			
		Lines 1	Sub Total		\$1,560.00
			Sales Tax		\$0.00
			Freight		\$0.00
			TOTAL		\$1,560.00

Rysunek 21 — zestawienie materiałów dla 8 dysków Dell 400-ATJL

W poniższej tabeli podano podsumowanie kosztów sprzętu dla systemów testowych.

Składnik	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	7595,62 USD	7595,62 USD
KTD-PE426/32G	4919,76 USD	4919,76 USD
SEDC500M 960 GB SATA 6 Gb/s	1815,92 USD	
DELL 400-AJPI 1,2 TB SAS 1,2 Gb/s		1560,00 USD
Razem	14 331,30 USD	14 075,38 USD

Rysunek 22 — koszty sprzętu serwera

¹² Cennik dysków firmy Kingston Technology SEDC500M/960G pobrano 16 października 2019 r.

Platformy oprogramowania

Testowany system korzystał z systemów Windows Server 2019 Data Center Edition oraz SQL Server 2017 Developer Edition. Koszty licencji przedstawione poniżej dotyczą programu SQL Server Standard Edition, ponieważ obsługuje on maksymalnie 24 rdzenie z 128 GB pamięci, które może być wykorzystane przez SQL Server jako pamięć operacyjna.

Licencjonowanie programu SQL Server — informacje

Obciążenia programu SQL Server 2008 zakładane w tym rozwiązaniu używały programu SQL Server 2008 Standard Edition i będą nadal korzystać z wersji Standard Edition programu SQL Server 2017.

W przypadku uruchamiania kilku wirtualnych instancji programu SQL Server istnieje kilka strategii licencjonowania, które należy rozważyć¹³.

- Każda maszyna wirtualna ma osobą licencję — każda maszyna wirtualna ma licencję na wersję Standard Edition, z minimalną liczbą 4 licencji głównych na maszynę wirtualną (nawet w przypadku maszyn wirtualnych korzystających z mniejszej liczby rdzeni wirtualnych niż 4).
- Standard Edition „Cena otwarta (USD)” wynosi 3717 USD za pakiet 2-rdzeniowy¹⁴.
- Przeważnie stosunek rdzeni wirtualnych (vCore) do fizycznych wynosi 2:1 dzięki technologii hiperwirtualności dostępnej w procesorze Dell PowerEdge R740XD.
- Aby zakupić licencję na pojedyncze maszyny wirtualne w modelu licencjonowania „na rdzeń”, klienci muszą zakupić licencję na rdzeń dla każdego rdzenia wirtualnego (lub procesora wirtualnego, wirtualnego CPU, wirtualnego wątku), przydzielonego do maszyny wirtualnej, podlegającego minimum 4 licencjom rdzeniowym na maszynę wirtualną. Na potrzeby licencji rdzeń wirtualny mapuje się do wątku sprzętowego.

¹³ Dodatkowe informacje można znaleźć w przewodniku dotyczącym licencji programu SQL Server 2017 dostępnym na stronie https://download.microsoft.com/download/7/8/C/78CDF005-97C1-4129-926B-CE4A6FE92CF5/SQL_Server_2017_Licensing_guide.pdf

¹⁴ Cennik SQL Server 2017 pobrano 16 października 2019 r. na stronie <https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2017-pricing>

W poniższej tabeli przedstawiono koszty licencji programu SQL Server dla maszyn wirtualnych przy użyciu modelu na rdzeń z wersją Standard Edition.

SQL Server Standard Edition, pakiet 2-rdzeniowy	Rdzenie wirtualne do licencjonowania	Koszt licencji
3717,00 USD	4	7434,00 USD
	8	14 868,00 USD
	16	29 736,00 USD

Rysunek 23 — licencjonowanie w modelu na rdzeń dla maszyn wirtualnych korzystających z wersji Standard Edition

Ograniczenie liczby rdzeni wirtualnych powinno stanowić priorytet podczas aktualizacji z programu SQL Server 2008 R2 do SQL Server 2017.

Licencja systemu Windows Server — informacje

Ten system korzysta z Windows Server 2019 Datacenter Edition, co również daje nieograniczoną liczbę maszyn wirtualnych Hyper-V na serwer licencji. Cennik wersji Datacenter Edition dotyczy 16 licencji na rdzeń z ceną na otwartą licencję NL ERP (USD) wynoszącą 6155 USD. Każdy serwer fizyczny miał 20 rdzeni, więc koszt systemu Windows Server 2019 Datacenter Edition wyniósłby 12 310 USD¹⁵.

Łączny koszt systemu

W poniższej tabeli podano łączny koszt sprzętu oraz oprogramowania dla testowanych systemów.

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2017 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00

Rysunek 24 — łączny koszt uruchomienia programu SQL Server 2008 R2 na dysku HDD i programu SQL Server 2017 z dyskami DC500M firmy Kingston oraz 4 i 8 rdzeniami wirtualnymi

Jak widać, zmniejszając liczbę rdzeni wirtualnych potrzebnych do uruchomienia programu SQL Server 2017 z dyskami DC500M firmy Kingston Technology z 16 do 8 można wykorzystać zaoszczędzone środki na zakup nowego serwera. Kolejne obniżenie kosztów o 7434 USD dzięki przejściu na 4 rdzenie wirtualne może pokryć 60% kosztów licencji systemu Windows Server 2019 Datacenter edition.

¹⁵ Cennik Windows Server 2019 Datacenter pobrano 16 października 2019 r. na stronie <https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-pricing>

Wykaz rysunków

Rysunek 1 — nowe funkcje dodane do programu SQL od wersji SQL Server 2008 R2	7
Rysunek 2 — Kingston Data Center DC500M — dysk SSD — 960GB — SATA 6Gb/s.....	8
Rysunek 3 — serwer typu rack PowerEdge R740xd	9
Rysunek 4 — Server Premier firmy Kingston — DDR4 — 32 GB — DIMM 288-pinowe — zarejestrowany moduł pamięci	9
Rysunek 5 — Dell — dysk twardy — 1,2 TB — SAS 12 Gb/s.....	10
Rysunek 6 — układ dysków dla maszyn wirtualnych SQL Server z TPC-C z 2000 magazynów dla bazy danych 157 GB.	10
Rysunek 7 — rozmiar każdej tabeli dla bazy danych 2000 magazynów TPCC	11
Rysunek 8 — konfiguracja programu SQL Server zoptymalizowana pod kątem obciążeń OLTP	11
Rysunek 9 — wyniki programu Diskspd obsługującego dyski danych dla dysków HDD użytych z programem SQL Server 2008 R2	14
Rysunek 10 — wyniki programu Diskspd obsługującego dyski danych dla dysków DC500M użytych z programem SQL Server 2017	14
Rysunek 11 — program SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi na dysku HDD.....	15
Rysunek 12 — program SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi — średnia dla trzech przebiegów ...	16
Rysunek 13 — porównanie programu SQL Server 2008 R2 na dysku HDD i programu SQL Server 2017 z dyskami DC500M i 16 rdzeniami wirtualnymi	16
Rysunek 14 — program SQL Server 2017 z 8 rdzeniami wirtualnymi przedstawiający wartość procentową użycia CPU w stosunku do czasu bezczynności	18
Rysunek 15 — program SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi przedstawiający wartość procentową użycia CPU w stosunku do czasu bezczynności	18
Rysunek 16 — porównanie programu SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi z programem SQL Server 2017 z 8 rdzeniami wirtualnymi	19
Rysunek 17 — porównanie programu SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi z programem SQL Server 2017 z 4 rdzeniami wirtualnymi	20
Rysunek 18 — porównanie TPM/użytkownika dla programu SQL Server 2017 z 4 rdzeniami wirtualnymi z programem SQL Server 2008 R2 z 16 rdzeniami wirtualnymi	20
Rysunek 19 — ogólne porównanie kosztów oraz pokazanie, jak zmniejszenie liczby rdzeni wirtualnych w znaczący sposób obniża koszty dzięki użyciu dysków DC500M.....	21
Rysunek 20 — Dell PowerEdge R740XD — zestawienie materiałów	23
Rysunek 21 — zestawienie materiałów dla 8 dysków Dell 400-ATJL	24
Rysunek 22 — koszty sprzętu serwera	24
Rysunek 23 — licencjonowanie w modelu na rdzeń dla maszyn wirtualnych korzystających z wersji Standard Edition.....	26
Rysunek 24 — łączny koszt uruchomienia programu SQL Server 2008 R2 na dysku HDD i programu SQL Server 2017 z dyskami DC500M firmy Kingston oraz 4 i 8 rdzeniami wirtualnymi	26

Znaki towarowe

Kingston oraz logo Kingston są zastrzeżonymi znakami towarowymi firmy Kingston Technology Corporation. IronKey jest zastrzeżonym znakiem towarowym firmy Kingston Digital Inc. Wszelkie prawa zastrzeżone. Wszelkie znaki towarowe są własnością odpowiednich właścicieli.

Następujące terminy są znakami towarowymi innych firm: Intel, Xeon oraz logo Intel są znakami towarowymi lub zastrzeżonymi znakami towarowymi firmy Intel Corporation lub jej podmiotów zależnych w Stanach Zjednoczonych i innych krajach. Active Directory, Hyper-V, Microsoft, SQL Server, Windows, Windows Server oraz Windows są znakami towarowymi firmy Microsoft Corporation w Stanach Zjednoczonych, innych krajach lub obu. Pozostałe nazwy firm, produktów lub usług mogą być znakami towarowymi lub znakami usług innych firm.