



기술 연구 보고서



데이터 효율성이 높은 기술 선택으로 스토리지 TCO 절감

Prowess Consulting 테스트 결과, Dell™ PowerStore™ 1200T 스토리지 플랫폼은 보장 DRR(Data Reduction Ratio)인 5:1보다 더 우수한 것으로 확인되었다.¹ 이 스토리지 솔루션은 더 적은 드라이브 수, 더 적은 관리 시간, 더 적은 전력을 사용하여 경쟁 공급업체의 솔루션과 동일한 양의 데이터를 저장한다.

핵심 요약

성공적인 기업은 데이터 기반 의사 결정을 통해 매출을 늘리고, 고객 경험을 개선하며, 운영 효율성을 개선한다. 이러한 기업은 필요한 통찰력을 얻기 위해 대용량 데이터 세트에 대한 고속 분석을 실행하면서 TCO(Total Cost of Ownership)를 줄이고 지속 가능성 목표를 달성해야 한다.

비용 및 에너지 효율적인 스토리지 솔루션은 이러한 여러 당면 과제를 해결하는 한 가지 방법이다. 사용 가능한 옵션을 살펴보기 위해 Prowess Consulting은 두 스토리지 플랫폼을 비교해 보았다. Dell Technologies의 의뢰를 받아 실시한 연구에서 Prowess Consulting은 두 공급업체의 스토리지 솔루션, 구체적으로는 Dell™ PowerStore™ 1200T 솔루션과 A 공급업체라는 경쟁업체의 제품을 테스트했다.

Dell Technologies는 PowerStore 1200T 솔루션을 통해 축소 가능 데이터에 대해 5:1의 DRR(Data Reduction Ratio)을 보장하는 반면, A 공급업체는 4:1의 DRR을 보장한다.^{1,2} 시뮬레이션 데이터 세트를 사용하여 두 플랫폼을 테스트했으며 PowerStore 1200T 솔루션이 A 공급업체 솔루션의 DRR 2.5:1에 비해 훨씬 더 높은 5.4:1의 DRR을 제공하는 것으로 나타났다. 이와 같이 데이터 효율이 높아지면 조직은 더 적은 수의 드라이브를 사용하여 동일한 스토리지 용량을 달성할 수 있다. 드라이브 수가 적을수록 인프라스트럭처 설치 공간이 줄어들고 하드웨어 비용이 절감되며 스토리지와 냉각에 사용되는 전력이 줄어든다.

Highlights

Side-by-side analysis with Vendor A reveals the following Dell™ PowerStore™ 1200T solution advantages:

5.4:1
DRR

2x
higher data
efficiency

54%
lower energy
usage

3x
faster
provisioning

Lower overall
TCO



향상된 스토리지 효율성, 신속한 프로비저닝 및 더욱 세밀한 제어의 이점

올플래시 스토리지 플랫폼 제조업체들은 데이터 효율 기술을 적용하여 고객의 저렴한 가격 요구에 대응해 왔다. 이러한 제조업체는 압축 및 중복 제거와 같은 데이터 서비스를 사용하여 특정 데이터 세트를 저장하는 데 필요한 물리적 스토리지의 양을 줄인다. 수 년 동안 비용을 절감하기 위해 데이터 효율을 계속 높여 왔지만, 오늘날의 역동적인 비즈니스 환경에서는 세분화된 제어가 그 어느 때보다 중요하다.

스토리지의 TCO를 줄이고자 하는 조직은 이러한 주요 이점을 제공할 수 있는 스토리지 솔루션을 고려해야 한다. 더 높은 데이터 효율을 제공하는 스토리지 플랫폼은 더 적은 수의 드라이브로 동일한 양의 데이터를 저장할 수 있으므로 전력 및 냉각 요구를 줄일 수 있다. 더 적은 수의 드라이브를 사용하면 데이터 스토리지의 물리적 공간을 줄일 수 있으며, 결과적으로 상면과 랙 공간을 절약할 수 있다. IT 직원은 사용하기 쉽고 간소화된 관리 제어 기능을 통해 스토리지 프로비저닝, 워크로드 할당, 스토리지 볼륨 확장 시 시간을 절약할 수 있다. 축소 가능 데이터와 축소 불가능 데이터 등 워크로드 세부 정보를 식별하는 기능은 데이터 스토리지를 최대한 비용 효율적으로 관리할 수 있는 귀중한 통찰력을 IT 직원에게 제공한다. 이렇게 비용을 절감하고 공간을 절약할 수 있으므로 조직이 스토리지 비용/TB를 최적화하는 데 도움이 될 뿐 아니라 지속 가능성 목표를 달성하는 데에도 도움이 될 수 있다.

테스트 방법, 테스트 결과

Prowess Consulting은 테스트를 위해 PowerStore 1200T 스토리지 솔루션과 A 공급업체 플랫폼을 모두 기본 인클로저에서 지원되는 최대 내부 드라이브 수로 구성했다. 외부 연결 셀프는 사용하지 않았다. (자세한 내용은 부록의 [테스트 방법](#)을 참조하면 된다.)

각 어레이에 12개의 1TB 볼륨을 생성한 후 Fibre Channel 연결을 통해 이 볼륨을 서버에 매핑하는 것으로 테스트 설정을 시작했다. 스토리지와 호스트는 각 스토리지 공급업체가 게시한 모범 사례에 따라 조정했다. 데이터 감소 검증을 3회 실행하고 이 보고서를 위해 중간 결과를 선택했다.

테스트 목적으로, 12TB 데이터 세트를 사용하여 관리 가능한 테스트 시간을 확보했다. 하지만 DRR은 사용되는 NVMe®(NVM Express®) 드라이브 양 또는 크기의 영향을 받지 않기 때문에 더 큰 데이터 세트에서도 동일한 데이터 감소 결과를 추론할 수 있다.

데이터 감소

빈 볼륨이 포함된 각 어레이에서 테스트를 시작했다. Vdbench 툴을 사용하여 어레이로 마이그레이션되는 데이터를 시뮬레이션했다. VDbench로 생성한 12TB 데이터 세트는 I/O(Input/Output) 크기가 256KB, 압축률이 2:1, 중복 제거 비율이 2:1이었으며 볼륨당 스레드가 하나였다. 두 스토리지 어레이의 데이터 감소 기능을 평가하기 위해 각 반복 작업의 실행 전후에 용량 및 데이터 감소 정보를 수집했다.

스토리지 플랫폼의 가용 용량 또는 물리적 용량은 데이터 감소를 적용하기 전에 바로 저장할 수 있는 데이터의 양을 나타낸다. 논리적 용량은 스토리지 OS(Operating System)가 데이터 압축과 중복 제거를 축소 가능 데이터에 적용한 후에 측정했다. DRR 보장이란 데이터 압축 및 중복 제거 기능을 사용할 때 스토리지 플랫폼의 논리적 용량이 가용 용량의 X배에 도달할 것임을 약속하는 것이다. 최신 PowerStoreOS 릴리스에는 지능형 압축이라는 새로운 기능이 포함되어 있다. 테스트된 PowerStore 플랫폼에서 새로운 OS는 이전 OS 릴리스에 비해 최대 20% 더 높은 데이터 감소를 제공했다. 테스트에 따르면, 이렇게 향상된 데이터 효율은 시뮬레이션된 데이터 세트에 5.4:1의 DRR을 제공했으며(그림 1 참조), 이는 Dell Technologies의 업데이트된 DRR 보장 5:1이 거짓이 아님을 의미한다.¹ A 공급업체 플랫폼은 4:1의 DRR을 보장했지만, 테스트에서 나온 데이터 효율은 DRR 2.5:1로, 4:1에 미치지 못했다.² 테스트 구성 및 절차에 대한 자세한 내용은 [부록](#)을 참조하면 된다.

Data Reduction Ratio (DRR) Dell™ PowerStore™ 1200T Versus Vendor A Platform^{1,2}

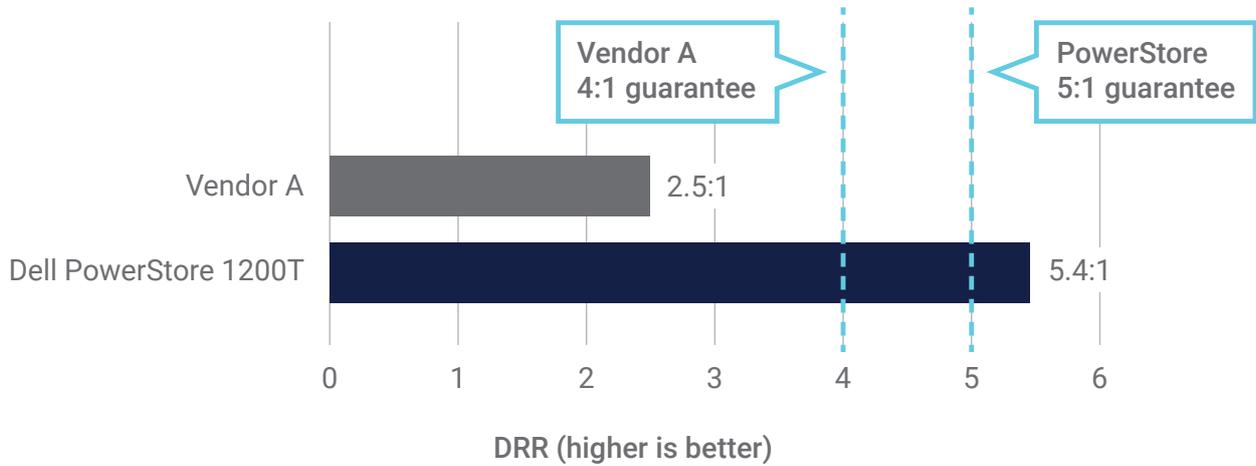


그림 1 | 보장된 DRR과 측정된 DRR 비교

DRR의 차이를 이용하여 PowerStore 1200T 시스템에서 A 공급업체 플랫폼과 동일한 양의 애플리케이션 데이터를 저장하는 데 필요한 드라이브 수를 계산했다. (자세한 내용은 부록의 [시스템 비교 계산](#)을 참조하면 된다.)

동일한 수의 드라이브에 대한 유효 용량

표 1은 가용 용량을 스토리지 플랫폼의 DRR에 곱한 유효 용량 계산을 보여주고 있다. 테스트 구성에서는 각 시스템의 UI(User interface)에서 가용 용량을 읽었다. PowerStore 1200T 솔루션은 총 가용 용량 31.9TiB에 23개의 드라이브를 사용했지만,³ A 공급업체 시스템은 총 가용 용량 32.5TiB에 24개의 드라이브를 사용한 것으로 나타났다. 가용 용량이 물리적 용량보다 적은 것은 메타데이터, RAID 및 기타 시스템 오버헤드에 일부 스토리지 공간이 필요하기 때문이다. 가용 용량과 각 시스템의 DRR을 가져와 유효 용량을 계산했다. PowerStore 1200T의 유효 용량은 172TiB인 반면, A 공급업체 플랫폼의 유효 용량은 81TiB이었다. 즉, PowerStore 1200T 솔루션의 유효 용량이 2배 이상 높았다.

표 1 | 총 가용 용량에서 계산된 유효 용량

테스트 중인 장치	A. 드라이브 수	B. 드라이브 크기	C. 물리적 용량*	D. 보고된 가용 용량	E. DRR	F. 유효 용량**
Dell™ PowerStore™ 1200T	23개 드라이브	1.92TB	44TB	31.9TiB	5.4	172TiB
A 공급업체 플랫폼	24개 드라이브	1.92TB	46TB	32.5TiB	2.5	81TiB

* A × B로 계산됨
** D × E로 계산됨

각 시스템에 대한 유효 용량, DRR 및 가용 용량 간의 관계는 그림 2에 나와 있다.

Data Storage Efficiencies

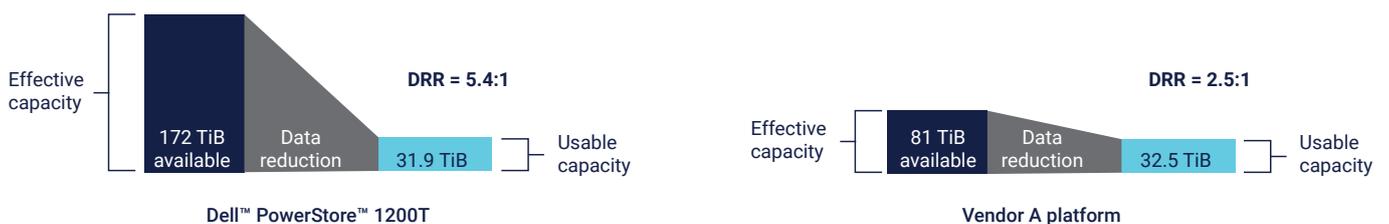


그림 2 | Dell™ PowerStore™ 1200T 플랫폼은 A 공급업체 플랫폼보다 2배 이상 높은 DRR을 제공

동일한 유효 용량을 위한 드라이브 수

우수한 DRR이 조직에 얼마나 큰 이점을 줄 수 있는지 파악하기 위해 각 플랫폼이 81TiB의 유효 용량을 저장하는 데 필요한 드라이브 수를 계산해 보았다. 표 2에 나와 있듯이, 시스템별로 가용 용량을 계산하기 위해 81TiB를 각 DRR 값으로 나누었다. 드라이브 수의 비율(배수)을 계산하기 위해 표 1의 값을 사용했다. 드라이브 수 배수는 PowerStore 1200T 솔루션의 경우 23개의 드라이브를 보고된 가용 용량인 31.9TiB로 나눈 값이고, A 공급업체 솔루션의 경우 24개의 드라이브를 32.5TiB로 나눈 값이다.

이 배수를 사용하여 동일한 유효 용량에 필요한 드라이브 수를 계산했다. 계산에 따르면, 81TiB를 저장하기 위해 PowerStore 1200T 플랫폼을 사용하는 드라이브가 최소 11개, A 공급업체 플랫폼을 사용하는 드라이브가 24개 필요하다. 즉, PowerStore 1200T 플랫폼은 동일한 크기의 데이터 세트를 저장하는 데 최대 54% 더 적은 수의 드라이브를 사용한다.

표 2 | 동등한 유효 용량을 저장하는 데 필요한 드라이브 수

테스트 중인 장치	A. 유효 용량*	B. DRR	C. 가용 용량/드라이브**	D. 배수***	E. 드라이브 수****
Dell™ PowerStore™ 1200T	81TiB	5.4	15TiB	0.721	11개 드라이브
A 공급업체 플랫폼	81TiB	2.5	32TiB	0.738	24개 드라이브

* 표 1 참조: A 공급업체 플랫폼, F. 유효 용량.
 ** A ÷ B로 계산됨
 *** 표 1의 드라이브 수량/드라이브당 보고된 가용 용량을 사용하여 계산됨
 **** C × D로 계산됨

관리 사용 용이성 및 세부 사항 수준

더 적은 수의 대용량 LUN을 프로비저닝하면 스토리지 유연성이 향상되고 관리가 쉬워진다. 테스트에서는 볼륨당 500GB~1TB의 용량으로 12개의 볼륨을 프로비저닝했다. 사용 테스트 결과, PowerStore 1200T UI는 대용량 LUN 관리에서 A 공급업체 플랫폼 UI보다 더 직관적이고 사용하기 쉬운 것으로 나타났다.

예를 들어 PowerStore 1200T는 볼륨 관리를 위한 단일 창을 제공하는 반면, 경쟁 플랫폼은 사용자가 두 창 사이를 앞뒤로 전환해야 했다(표 3 참조). 또한 PowerStore 1200T 솔루션은 A 공급업체 솔루션보다 훨씬 빠르게 스토리지 볼륨을 프로비저닝할 수 있었다. 12개 볼륨을 프로비저닝하는 데 걸리는 평균 시간은 PowerStore 솔루션의 경우 마우스 클릭 12회로 30초였으며, A 공급업체 솔루션의 경우 마우스 클릭 28회로 94초였다.

표 3 | 12개 볼륨을 프로비저닝하는 데 필요한 시간(초), 클릭 수 및 창 수

테스트 중인 장치	총 시간(중간값)	총 클릭 수(중간값)	열린 전체 창
Dell™ PowerStore™ 1200T	30초	클릭 12회	1개의 창
A 공급업체 플랫폼	94초	클릭 24회	2개의 창

또한 저장되는 고유 데이터에 대해 PowerStore 관리 UI가 더 상세한 보기를 제공하는 것으로 나타났다. PowerStoreOS에는 세분화된 보고 및 제어 기능을 제공하는 새로운 용량 계산 기능이 포함되어 있어 데이터 스토리지를 더 비용 효율적으로 관리할 수 있다. 용량 계산을 사용할 때 전체 DRR(축소 가능 데이터와 축소 불가능 데이터를 결합한 데이터)을 볼 수도 있고, 축소 가능 데이터에 대한 DRR만 볼 수도 있다. "볼륨 계열 고유 데이터" 기능을 사용하면 각 열의 고유 데이터에 대한 다양한 세부 정보를 편리하게 표시하면서 개별 스토리지 볼륨을 볼 수 있다. 그림 3은 PowerStore 1200T 대시보드에 표시되는 용량 정보를 보여준다. 비율이 명확하게 표시되어 있고 데이터 절감량이 미리 계산되어 있다. 반면에 A 공급업체 UI는 스토리지 활용도에 대해 비슷한 수준의 세부 정보를 제공하지 않았다.

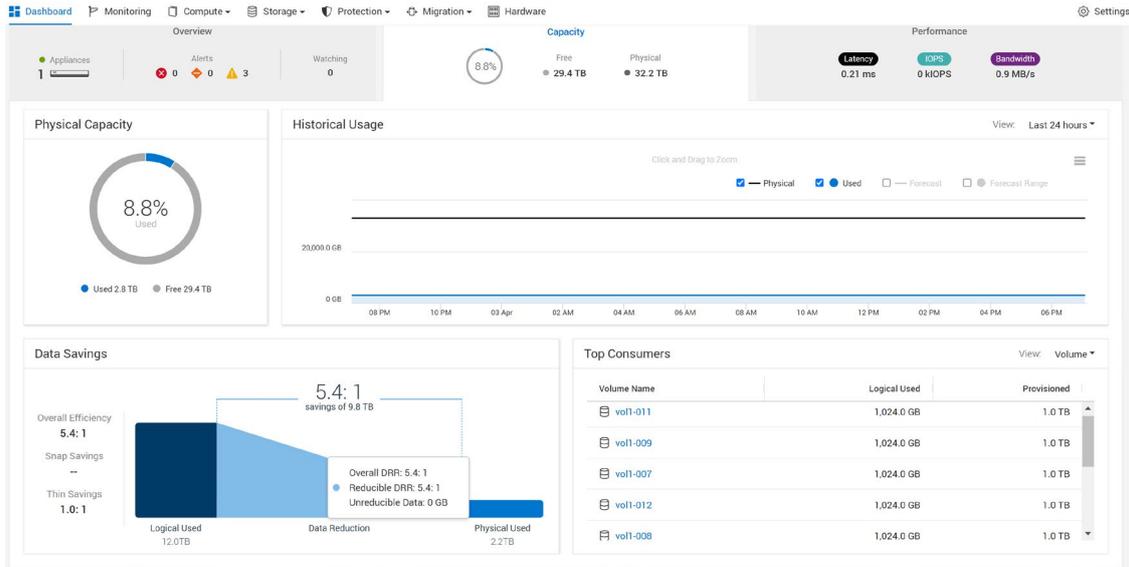


그림 3 | 직관적이고 사용하기 쉬운 Dell™ PowerStore™ 1200T UI

그림 4는 축소 불가능 데이터를 추가한 후에 디스플레이가 어떻게 표시되는지 보여준다. (테스트 구성 및 절차에 대한 자세한 내용은 부록을 참조하면 된다.) 대시보드에서는 전체 DRR 값, 축소 가능 DRR 값, 각 볼륨 계열의 축소 불가능 데이터 양, 각 볼륨 계열에 대한 고유 데이터 양을 볼 수 있다. 각 볼륨 계열에 대한 고유 데이터 양을 보면 볼륨이 삭제된 후 여유 공간이 얼마나 될 것인지를 알 수 있다.

Volumes

+ Create | Modify | Provision | Protect | Repurpose | More Actions

12 Volumes

Name	Volume Family Unique Data	Logical Used ↑	Provisioned	Family Overall DRR	Family Reducible DRR	Family Unreducible Data
vol1-004	100.9 GB	251.1 GB	500.0 GB	2.5:1	6.5:1	74.0 GB
vol1-011	37.3 GB	251.5 GB	500.0 GB	6.6:1	6.6:1	0 GB
vol1-010	100.8 GB	251.8 GB	500.0 GB	2.5:1	6.6:1	73.9 GB
vol1-005	37.3 GB	251.9 GB	500.0 GB	6.6:1	6.6:1	0 GB
vol1-009	101.7 GB	252.1 GB	500.0 GB	2.5:1	6.5:1	74.7 GB
vol1-002	101.2 GB	252.5 GB	500.0 GB	2.5:1	6.5:1	73.9 GB
vol1-008	100.8 GB	252.7 GB	500.0 GB	2.5:1	6.6:1	73.8 GB
vol1-003	37.5 GB	253.4 GB	500.0 GB	6.6:1	6.6:1	0 GB
vol1-006	101.2 GB	253.6 GB	500.0 GB	2.5:1	6.5:1	73.8 GB
vol1-012	37.5 GB	253.8 GB	500.0 GB	6.6:1	6.6:1	0 GB
vol1-001	37.7 GB	254.4 GB	500.0 GB	6.6:1	6.6:1	0 GB
vol1-007	38.3 GB	256.8 GB	500.0 GB	6.6:1	6.6:1	0 GB

그림 4. 각 볼륨에 저장된 고유 데이터의 세부 정보를 보여주는 Dell™ PowerStore™ 1200T UI

IT 직원은 상세한 보고 및 제어 기능을 통해 볼륨 용량 제한에 구애받지 않고 효율성 목표에 따라 데이터 볼륨을 위한 최적의 위치를 선택할 수 있다. 예를 들어 PowerStore 1200T 솔루션은 모든 어플라이언스가 최대 용량으로 확장될 수 있는 스케일 아웃 아키텍처를 지원한다. 통합 PowerStore UI를 사용하면 IT 직원이 데이터 볼륨을 비용에 최적화된 어레이로 마이그레이션할 수 있다. 이러한 기능을 통해 어플라이언스를 유연하게 혼합하여 사용함으로써 테라바이트당 최적의 비용(TB당 비용)을 얻을 수 있다.

지속 가능성

환경 문제가 심화되고 에너지 비용이 상승함에 따라 지속 가능성은 기업의 주요 전략으로 부상하고 있다. 데이터 감소 기술은 필요한 물리적 데이터 스토리지 공간의 양을 줄이므로, 전력과 냉각 사용량을 줄이는 데 도움이 될 수 있다. 연구의 일환으로 에너지 절감 효과를 조사해 보았다.

테스트한 NVMe SSD는 20W의 유효 전력을 사용한다. 이 값에 81TiB의 유효 용량을 저장하는 데 사용되는 드라이브 수를 곱한 결과 (표 1 참조), PowerStore 1200T 드라이브는 220W의 전력을 사용하고 A 공급업체 드라이브는 480W를 사용하는 것으로 계산되었다 (표 4 참조).

표 4 | 각 드라이브 세트의 전력 소비량

테스트 중인 장치	A. 드라이브당 전력	B. 81TiB의 드라이브 수	C. 총 전력*
Dell™ PowerStore™ 1200T	20W/드라이브	11개 드라이브	220W
A 공급업체 플랫폼	20W/드라이브	24개 드라이브	480W

* A × B로 계산됨

그림 5는 PowerStore 1200T 플랫폼이 A 공급업체 솔루션보다 더 적은 수의 드라이브를 사용하여 동일한 크기의 데이터 세트를 지원하는 것이 최대 54%의 에너지 절감과 어떤 상관관계가 있는지 보여준다.⁴ 또한 스토리지 드라이브를 적게 사용함으로써 물리적 랙 공간 및 냉각에 필요한 전력 감소로 인한 추가적인 절감 효과도 예상된다.

Drive Energy Usage and Savings Dell™ PowerStore™ 1200T Versus Vendor A Platform

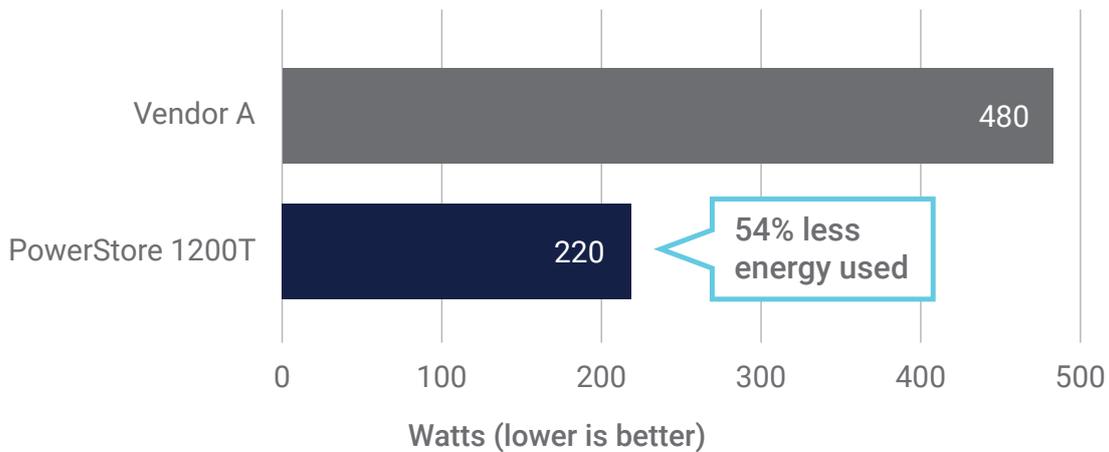


그림 5 | 드라이브 전용 전력 사용량 비교

가용 용량을 분석한 결과, PowerStore 1200T 드라이브의 전력 절감량은 데이터 세트 크기에 정비례하여 증가할 것으로 나타났다. 표 5는 128TiB의 가용 용량에서 PowerStore 1200T 드라이브 단독으로 A 공급업체 드라이브에 비해 전력 소비를 최대 1,040W까지 줄일 수 있음을 보여준다.

표 5 | 규모에 따른 전력 소비 절감

가용 용량	공급업체 드라이브 수	Dell™ PowerStore™ 드라이브 수*	A. A 공급업체의 전력 소비량**	B. PowerStore의 전력 소비량**	C. PowerStore의 절전 효과***
32TiB	24	12	480W	220W	260W
64TiB	48	24	960W	440W	520W
96TiB	72	36	1,440W	660W	780W
128TiB	96	48	1,920W	880W	1,040W

* A 공급업체 드라이브와 동일한 가용 용량을 확보하기 위해 필요한 PowerStore 드라이브 수
 ** 전력 소비량은 NVMe® 드라이브에 대해서만 계산되었으며 다른 플랫폼 구성 요소는 제외됨
 *** A - B로 계산됨

확장성

PowerStore 1200T 솔루션은 유연성이 뛰어난 스케일 아웃 스토리지를 지원하는 반면, A 공급업체 플랫폼은 지원하지 않는다. 이전 릴리스와 마찬가지로, 최신 PowerStore 1200T 솔루션에는 DRE(Dynamic Resiliency Engine) 기능이 있어 최소 드라이브 1개 단위로 스토리지 용량을 확장할 수 있다. A 공급업체는 여러 드라이브를 사용하여 확장할 것을 권장한다. 드라이브를 1~2개만 추가하면 스토리지 성능이 저하될 수 있기 때문이다.

이러한 확장성 차이는 드라이브 번들로 확장하거나 스토리지 볼륨을 오버 프로비저닝하게 될 수도 있음을 걱정할 필요 없이 PowerStore 1200T 플랫폼을 사용하여 드라이브 1개, 2개, 3개 또는 4개를 추가할 수 있음을 나타낸다. 이렇게 정교하게 제어할 수 있는 확장성 덕분에 조직은 특정 워크로드에 필요한 스토리지 용량만 구매할 수 있으므로 스토리지 비용을 최소화할 수 있다.

TCO(Total Cost of Ownership)

이 테스트를 통해 PowerStore 1200T 솔루션이 많은 TCO 절감 효과를 제공한다는 것을 확인할 수 있었다. A 공급업체 플랫폼에 비해 더 적은 수의 드라이브로 동일한 유효 용량을 제공할 수 있으므로, 기업은 전체 하드웨어 및 소프트웨어 인프라스트럭처 비용을 절감할 수 있다. 클릭 몇 번만으로 프로비저닝 속도를 높일 수 있는 포괄적인 대시보드는 관리 작업을 간소화하는 데 도움이 된다. 용량 계산 기능은 IT 직원이 하드웨어 및 에너지 비용을 절감하는 동시에 지속 가능성을 개선하는 것을 지향하면서 최적의 성능을 위한 스토리지를 프로비저닝할 수 있을 만큼의 세부 정보를 제공한다. 예를 들어 축소 불가능하고 레이턴시가 짧은 데이터 워크로드를 전력 및 메모리 사용량이 적은 어레이로 이동할 수 있다. 이렇게 하면 사용자의 컴퓨팅 경험에 영향을 주지 않고 TCO를 절감할 수 있다.

테스트 결과 요약

테스트 결과, PowerStore 1200T 플랫폼의 최신 버전은 업계 최고 수준의 DRR을 제공하는 매우 유연하고 관리가 용이하며 에너지 효율이 매우 높은 데이터 스토리지 솔루션인 것으로 나타났다. 다음과 같은 결과를 바탕으로 PowerStore 1200T 플랫폼은 높은 데이터 효율, 강력한 제어, 손쉬운 확장성, 낮은 전력 소비의 강력한 조합을 제공하는 것으로 결론을 내렸다.

- 최신 PowerStore 1200T 플랫폼은 이전 릴리스의 4:1보다 더 높은 5:1의 DRR을 보장한다.¹
- 테스트한 플랫폼의 경우 PowerStore 1200T 솔루션의 보장 및 실제 데이터 효율이 A 공급업체보다 우수했다. PowerStore 솔루션의 보장된 DRR은 5:1이고 측정된 DRR은 5.4:1인 반면, A 공급업체의 보장된 DRR은 4:1이고 측정된 DRR은 2.5:1이었다.^{1,2}
- PowerStore 관리 UI는 A 공급업체 시스템 UI보다 직관적이고 사용하기 쉬웠다. PowerStore 플랫폼은 A 공급업체 플랫폼보다 더 빠르고 적은 마우스 클릭으로 스토리지 볼륨을 프로비저닝했다.
- PowerStore 관리 UI는 A 공급업체 솔루션보다 스토리지 볼륨의 고유 데이터에 대한 보다 심층적인 보기와 더 세밀한 제어 기능을 제공한다(예: 축소 가능 데이터와 축소 불가능 데이터).
- PowerStore 1200T는 최소 드라이브 1개 단위로 스토리지 확장을 지원한다. A 공급업체는 여러 드라이브를 사용하여 확장할 것을 권장한다.
- 테스트 구성을 기반으로 계산한 결과, PowerStore 1200T 플랫폼은 동일한 크기의 데이터 세트를 저장하는 데 A 공급업체 솔루션보다 에너지를 최대 54% 더 적게 사용할 것으로 나타났으며, 이는 시간이 지남에 따라 스케일 아웃을 통해 상당한 에너지 절감 효과를 얻을 가능성이 있음을 시사한다.

결론

조직들은 현대적인 비즈니스 이니셔티브를 지원하기 위해 고속 스토리지가 필요로 하며, 비용을 절감하고 에너지를 절약해야 한다는 압박도 받고 있다. 비즈니스에서 사용 가능한 옵션을 살펴보기 위해 Prowess Consulting은 Dell PowerStore 1200T 플랫폼의 데이터 감소, 관리 UI 및 전력 사용량을 주요 경쟁업체인 A 공급업체의 플랫폼과 비교하여 평가했다.

PowerStore 1200T 솔루션은 5:1의 DRR을 보장하며, 테스트 결과 5.4:1의 DRR이 측정되어 Dell Technologies에서 보장하는 것보다 더 우수한 것으로 나타났다.¹ A 공급업체 플랫폼의 DRR은 테스트 중에 2.5:1만 측정되어 4:1의 보장에 미치지 못했다.² 사용하기 쉬운 PowerStore 1200T UI는 스토리지를 더 빨리 프로비저닝할 뿐만 아니라 고유 데이터에 대한 심층적인 통찰력을 제공하는 것으로 확인되었다. 이 모든 것은 공간, 전력 및 관리의 효율성을 높이는 데 기여할 수 있다. 지속 가능성 평가에서, PowerStore 1200T 솔루션은 동일한 양의 데이터를 저장하는 A 공급업체 플랫폼에 비해 최대 54%의 에너지 절감 효과를 얻을 수 있는 것으로 계산되었다.

이러한 결과를 바탕으로, PowerStore 1200T 솔루션은 조직이 데이터로부터 필요한 가치를 얻는 동시에 관리가 쉽고 확장 가능한 플랫폼에서 비용 및 에너지 사용을 줄이는 데 도움이 될 수 있다는 결론을 내렸다.

부록

이 섹션에는 시스템 비교 계산, 스토리지 플랫폼 테스트 구성, 테스트 방법 및 Vdbench 구성 파일이 포함되어 있다.

시스템 비교 계산

표 A1 | 총 용량과 유효 용량 비교

테스트 중인 장치	드라이브 수	드라이브 크기(TB)	총 용량(TiB)	유효 용량	DRR
Dell™ PowerStore™ 1200T	23	1.92	31.9	172	5.4
A 공급업체 플랫폼	24	1.92	32.5	81	2.5

유효 용량 계산

총 용량 및 DRR을 사용하여 PowerStore 1200T 플랫폼의 유효 용량을 계산했다. $31.9\text{TiB} \times 5.4 = 172\text{TiB}$. 총 용량 및 DRR을 사용하여 A 공급업체 플랫폼의 유효 용량을 계산했다. $32.5\text{TiB} \times 2.5 = 81\text{TiB}$.

가용 용량 계산

두 시스템을 비교하기 위해 81TiB 및 5.4 DRR의 유효 용량을 사용하여 PowerStore 1200T 플랫폼의 가용 용량을 계산했다. $81\text{TiB} \div 5.4 = 15\text{TiB}$. A 공급업체의 경우, 가용 용량을 계산하기 위해 81TiB 및 2.5 DRR의 동일한 유효 용량을 사용했다. $81\text{TiB} \div 2.5 = 32\text{TiB}$.

드라이브 수 계산

가용 용량을 15TiB로 했을 때 필요한 PowerStore 1200T 드라이브의 수를 파악하기 위해 비례 계산을 사용했다. 이전에 23개의 PowerStore 1200T 드라이브를 사용하여 31.9TiB의 총 가용 용량을 확보했으므로, 15TiB에 필요한 드라이브 수는 다음과 같이 계산할 수 있다. $(23\text{개 드라이브} \div 31.9\text{TiB}) \times (15\text{TiB}) = 11\text{개 드라이브}$. A 공급업체에 대해 32TiB에 필요한 드라이브 수를 계산했다. $(24\text{개 드라이브} \div 32.5\text{TiB}) \times (32\text{TiB}) = 24\text{개 드라이브}$.

스토리지 플랫폼 테스트 구성

표 A2 | 테스트 구성에서 VM(Virtual Machine) 설명 및 스토리지 플랫폼 테스트

구성 요소	VM 테스트	Dell™ PowerStore™ 1200T	A 공급업체 플랫폼
CPU 클럭 속도	해당 없음	2.4GHz	2.4GHz
CPU당 코어/스레드 수	해당 없음	10/20	12/24
총 코어/스레드 수	해당 없음	20/40	12/48
드라이브 1	선 프로비저닝 레이지 제로 500GB	NVMe® NVRAM	-
드라이브 1 개수	1	2	-
드라이브 2	1TB RDM LUN	NVMe® SSD	NVMe® SSD
드라이브 2 개수	12	23	24
메모리	VMware® 메모리	-	-
메모리 DIMM 수	해당 없음	24	12
OS	Oracle® Linux® 서버	Dell™ PowerStore™ OS	Storage OS
OS 버전	8.3	4.0.0.0	A 공급업체 플랫폼 릴리스 X.X.X - 2023년 12월
OS 커널	5.4.17-2102.201.3.el8uek.x86_64	-	-

요약

다음 테스트 방법은 VMware ESXi™ Linux® VM에서 Vdbench를 활용하여 Dell PowerStore 및 A 공급업체 스토리지 솔루션의 중복 제거 기능을 테스트하는 데 사용한 단계를 간략하게 설명한다.

요약하자면, Prowess Consulting 엔지니어는 오프사이트 연구실에서 다음 작업을 수행했다.

1. LUN(Logical Unit Number)을 생성하고 LUN을 Dell PowerStore 및 A 공급업체 스토리지 플랫폼의 VMware ESXi 호스트에 적용했다.
 - a. LUN을 생성하는 데 필요한 클럭 수와 시간을 측정했다.

2. 각 스토리지 플랫폼을 따로 전담하는 전용 VMware Linux VM에 물리적 디바이스 매핑으로 LUN을 추가했다.
3. 제어된 I/O 로드를 시뮬레이션하는 애플리케이션인 Vdbench를 사용하여 LUN에 대한 데이터를 생성했다.
4. 두 스토리지 플랫폼 모두에서 중복 제거 차트를 사용하여 감소된 스토리지를 측정했다.
5. 저장된 스토리지에서 추정하여 각 플랫폼의 전력 절감 효과를 확인했다.

또한 Prowess Consulting은 관리 사용 용이성을 확인하기 위해 Dell PowerStore 및 A 공급업체 시스템에서 다음 데이터 포인트를 수집했다.

- 볼륨을 생성하는 데 걸리는 시간(초)
- 볼륨을 생성하는 데 필요한 마우스 클릭 횟수

테스트 방법

Prowess Consulting 엔지니어는 다음과 같은 방법을 사용하여 테스트를 수행했다. 엔지니어들은 모든 테스트를 원격으로 수행했으며, 오프사이트 연구소에서 Dell PowerStore 1200T 및 A 공급업체 시스템에 액세스했다.

Dell PowerStore 1200T 스토리지 플랫폼 구성 및 로드

1. Dell PowerStore Manager GUI(Graphical User Interface)에 로그인한다.
 - a. **Storage** 탭의 드롭다운 메뉴에서 **Volumes**를 선택한다.
 - b. **+Create**를 클릭한다.
 - c. **Create Volumes** 팝업에서 다음과 같은 구성 세부 정보를 제공한다.
 - i. **Name (or Prefix): vol1**
 - ii. **Description:** (비워 둠)
 - iii. **Category: Other**
 - iv. **Application:** (비워 둠)
 - v. **Quantity: 12**
 - vi. **Size: 1TB**
 - vii. **Additional Volume Group: None Selected**
 - viii. **Volume Protection Policy: None**
 - ix. **Volume Performance Policy: Medium**
 - d. 창 오른쪽 하단에서 **Next**를 클릭한다.
 - e. **Host Mappings** 페이지에서 테스트 중인 VM의 호스트 IP 주소를 선택한 후 **Next**를 클릭한다.
 - f. **Summary** 페이지에서 **Create**를 클릭한다.
2. VMware 테스트 환경을 위해 VMware vSphere® Client에 로그인한다.
 - a. **Configure** 페이지의 **Storage Adapters** 보기에서, 1단계에서 선택한 VM 호스트에 대해 **Rescan Storage**를 클릭한다.
 - b. 테스트 VM을 선택하고 **Actions**를 클릭한 후 **Edit Settings**를 클릭한다.
 - i. **Edit Settings** 페이지에서 오른쪽 상단의 **Add New Device** 드롭다운 메뉴를 선택한다.
 - ii. **Disks, Drives and Storage**에서 **RDM Disk**를 클릭한다.
 - iii. **Select Target LUN** 페이지에서 PowerStore 1200T 플랫폼의 LUN 중 하나를 선택한다.
 - iv. 12개의 LUN 모두에 대해 이 프로세스를 반복한다.
 - c. **OK**를 클릭하여 새 설정을 적용한다.
3. SSH(Secure Shell)를 사용하여 테스트 VM에 액세스한다.
 - a. Vdbench 데이터가 있는 디렉토리로 이동한 후 다음 명령을 실행한다.

```
./vdbench -f test12.vdb -o test1-out
```
 - b. Vdbench가 완료될 때까지 기다린다.

4. Vdbench 테스트가 완료된 후에는, A 공급업체가 중복 제거 처리를 완료하는 데 필요한 시간을 똑같이 반영하기 위해 12~16시간 기다린다.
5. PowerStore Manager GUI에 로그인한다.
 - a. **Dashboard** 페이지에서 **Capacity** 카드를 클릭하고 다음을 기록한다.
 - i. **Overall Efficiency** 비율
 - ii. **Snap Savings** 비율
 - iii. **Thin Savings** 비율
 - iv. 차트 상단의 **Combined Ratio**
 - v. **Logical Used**
 - vi. **Physical Used**
 - vii. **Overall DRR**(커서를 가져다 놓으면 표시됨)
 - viii. **Reducible DRR**(커서를 가져다 놓으면 표시됨)
 - ix. **Unreducible Data**(커서를 가져다 놓으면 표시됨)
6. VMware 테스트 환경을 위해 vSphere Client에 로그인한다.
 - a. 테스트 VM을 선택하고 **Actions**를 클릭한 다음 **Power Off the Guest OS**를 클릭한다.
 - b. 테스트 VM을 선택하고 **Actions**를 클릭한 후 **Edit Settings**를 클릭한다.
 - i. **Edit Settings** 팝업 창에서 **Hard Disks**라는 섹션을 펼친다.
 1. PowerStore 1200T 플랫폼의 첫 번째 LUN의 경우 디스크 옆에 있는 **Cross/Close** 아이콘을 선택한다.
 - a. **Delete files from Datastore** 확인란을 선택한다.
 2. 각 LUN에 대해 1단계를 반복한다(총 12회).
 3. **OK**를 클릭한다.
7. PowerStore Manager GUI에 로그인한다.
 - a. **Storage** 탭을 클릭한 후 드롭다운 메뉴에서 **Volumes**를 선택한다.
 - b. **Create** 버튼 아래의 확인란을 선택하여 생성된 모든 LUN을 선택한다.
 - c. **Provision** 드롭다운 메뉴에서 **Unmap**을 클릭한다.
 - d. **Unmap Hosts** 페이지에서 **Testing VM Host** 이름 테스트 옆에 있는 확인란을 선택한다.
 - i. **Apply**를 클릭한다.
 - e. **Volumes** 페이지에서 **More Actions** 드롭다운 메뉴를 선택한다.
 - i. **Delete**를 클릭한다.
 - ii. **Delete Volumes** 팝업에서 **Skip Recycle Bin and Permanently delete**를 선택한 후 **Delete**를 클릭한다.
8. 1~7단계를 3회 반복하여 검증을 완료한다.
9. Dell PowerStore에서 0이 아닌 축소 불가능 데이터 보고서를 확인하기 위해 Dell PowerStore Manager GUI에 로그인한다.
 - a. **Storage** 탭의 드롭다운 메뉴에서 **Volumes**를 선택한다.
 - b. **+Create**를 클릭한다.
 - c. **Create Volumes** 팝업에서 다음과 같은 구성 정보를 제공한다.
 - i. **Name (or Prefix): vol1**
 - ii. **Description:** (비워 둠)
 - iii. **Category: Other**
 - iv. **Application:** (비워 둠)
 - v. **Quantity: 12**
 - vi. **크기: 500GB**
 - vii. **Additional Volume Group: None Selected**
 - viii. **Volume Protection Policy: None**
 - ix. **Volume Performance Policy: Medium**

- d. 창 오른쪽 하단에서 **Next**를 클릭한다.
 - e. **Host Mappings** 페이지에서 테스트 중인 VM의 호스트 IP 주소를 선택한 후 **Next**를 클릭한다.
 - f. **Summary** 페이지에서 **Create**를 클릭한다.
10. VMware 테스트 환경을 위해 vSphere Client에 로그인한다.
 - a. **Configure** 페이지의 **Storage Adapters** 보기에서, 1단계에서 선택한 VM 호스트에 대해 **Rescan Storage**를 클릭한다.
 - b. 테스트 VM을 선택하고 **Actions**를 클릭한 후 **Edit Settings**를 클릭한다.
 - i. **Edit Settings** 페이지에서 오른쪽 상단의 **Add New Device** 드롭다운 메뉴를 선택한다.
 - ii. **Disks, Drives and Storage**에서 **RDM Disk**를 클릭한다.
 - iii. **Select Target LUN** 페이지에서 PowerStore 1200T 플랫폼의 LUN 중 하나를 선택한다.
 - iv. 12개의 LUN 모두에 대해 이 프로세스를 반복한다.
 - c. **OK**를 클릭하여 새 설정을 적용한다.
 11. SSH를 사용하여 테스트 VM에 액세스한다.
 - a. Vdbench 데이터가 있는 디렉토리로 이동한 후 다음 명령을 실행한다.


```
./vdbench -f test12reducible.vdb -o test1-out
```
 - b. Vdbench를 5~10분 동안 실행한다.
 12. SSH를 사용하여 테스트 VM에 액세스한다.
 - a. Vdbench 데이터가 있는 디렉토리로 이동한 후 다음 명령을 실행한다.


```
./vdbench -f test12noreducible.vdb -o test1-out
```
 - b. Vdbench를 5~10분 동안 실행한다.
 13. PowerStore Manager GUI에 로그인한다.
 - a. **Dashboard** 페이지에서 다음을 기록합니다.
 - i. **Overall Efficiency** 비율
 - ii. **Snap Savings** 비율
 - iii. **Thin Savings** 비율
 - iv. 차트 상단의 **Combined Ratio**
 - v. **Logical Used**
 - vi. **Physical Used**
 - vii. **Overall DRR**(커서를 가져다 놓으면 표시됨)
 - viii. **Reducible DRR**(커서를 가져다 놓으면 표시됨)
 - ix. **Unreducible Data**(커서를 가져다 놓으면 표시됨)
 14. VMware 테스트 환경을 위해 vSphere Client에 로그인한다.
 - a. 테스트 VM을 선택하고 **Actions**를 클릭한 후 **Edit Settings**를 클릭한다.
 - i. **Edit Settings** 팝업 창에서 **Hard Disks**라는 섹션을 펼친다.
 1. PowerStore 1200T의 첫 번째 LUN의 경우 디스크 옆에 있는 **Cross/Close** 아이콘을 선택한다.
 - a. **Delete files from Datastore** 확인란을 선택한다.
 2. 각 LUN에 대해 1단계를 반복한다(총 12회).
 3. **OK**를 클릭한다.
 15. PowerStore Manager GUI에 로그인한다.
 - a. **Storage** 탭을 클릭한 후 드롭다운 메뉴에서 **Volumes**를 선택한다.
 - b. **Create** 버튼 아래의 확인란을 선택하여 생성된 모든 LUN을 선택한다.

- c. **Provision** 드롭다운 메뉴에서 **Unmap**을 클릭한다.
- d. **Unmap Hosts** 페이지에서 **Testing VM Host** 이름 테스트 옆에 있는 확인란을 선택한다.
 - i. **Apply**를 클릭한다.
- e. **Volumes** 페이지에서 **More Actions** 드롭다운 메뉴를 선택한다.
 - i. **Delete**를 클릭한다.
 - ii. **Delete Volumes** 팝업에서 **Skip Recycle Bin and Permanently delete**를 선택한 후 **Delete**를 클릭한다.

A 공급업체 플랫폼 구성 및 로드

1. A 공급업체 플랫폼 스토리지 OS 시스템 관리자 GUI에 로그인한다.
 - a. 왼쪽 메뉴에서 **LUNs**를 선택한다.
 - b. **LUNs** 페이지에서 **Add**를 클릭한다.
 - c. **Add LUNs** 페이지에서 다음 구성 정보를 제공한다.
 - i. **Name: vol1**
 - ii. **Number of LUNs: 6**
 - iii. **Capacity per LUN: 1TiB**
 - iv. **Host Operating System: VMware**
 - v. **LUN format: VMware**
 - vi. **Initiator Group:** 드롭다운 메뉴에서 테스트 VM 호스트를 선택한다.
 - d. **Save**를 클릭한다.
2. LUN이 추가되면 1c~d 단계를 반복하여 두 번째 LUN 세트를 생성한다(12개의 LUN이 컨트롤러 전체에서 로드 밸런싱되도록 하는 데 필요함).
3. 왼쪽 메뉴에서 **Tiers**를 선택한다.
4. 각 스토리지 노드에서 **More Details**를 클릭하여 LUN이 생성된 컨트롤러를 확인한다.
5. VMware 테스트 환경을 위해 vSphere Client에 로그인한다.
 - a. **Datastores** 페이지의 1단계에서 선택한 VM 호스트에 대해 **Rescan Storage**를 클릭한다.
 - b. 테스트 VM을 선택하고 **Actions**를 클릭한 후 **Edit Settings**를 클릭한다.
 - i. **Edit Settings** 페이지에서 오른쪽 상단의 **Add New Device** 드롭다운 메뉴를 선택한다.
 - ii. **Disks, Drives and Storage**에서 **RDM Disk**를 클릭한다.
 - iii. **Select Target LUN** 페이지에서 A 공급업체 플랫폼의 LUN 중 하나를 선택한다.
 - iv. 12개의 LUN 모두에 대해 이 프로세스를 반복한다.
 - c. **OK**를 클릭하여 새 설정을 적용한다.
 - d. **Actions**를 클릭한 다음 **Power on the Guest OS**를 클릭합니다.
6. SSH를 사용하여 **Testing VM**에 액세스한다.
 - a. Vdbench 툴 데이터가 있는 디렉토리로 이동한 후 다음 명령을 실행한다.

```
./vdbench -f test12.vdb -o test1-out
```
 - b. Vdbench가 완료될 때까지 기다린다.
 - c. Vdbench 테스트가 완료된 후, 중복 제거 프로세스가 완료될 때까지 12~16시간 기다린다.
 - d. **Storage OS System Manager** GUI에 로그인한다.
 - e. **Dashboard**의 **Capacity** 상자에서 용량 사용량 이미지를 클릭한다.
 - f. **Cluster Capacity** 팝업 창에서 다음 데이터를 기록한다.
 - i. **Logical Used Data Size**
 - ii. **Physical Used Data Size**

7. VMware 테스트 환경을 위해 vSphere Client에 로그인한다.
 - a. 테스트 VM을 선택하고 **Actions**를 클릭한 후 **Edit Settings**를 클릭한다.
 - i. **Edit Settings** 팝업 창에서 **Hard Disks**라는 섹션을 펼친다.
 1. **A 공급업체** 시스템 첫 번째 LUN의 경우 디스크 옆에 있는 **Cross/Close** 아이콘을 선택한다.
 - a. **Remove Device and Data**를 선택한다.
 2. 각 LUN에 대해 1단계를 반복한다(총 12회).
 3. **OK**를 클릭한다.
8. A 공급업체 시스템 관리자 GUI에 로그인한다.
 - a. **Volumes** 페이지에서 생성된 두 볼륨 옆에 있는 확인란을 선택한다.
 - i. **Delete**를 클릭한다.
 - b. **Delete Volumes** 페이지에서 모든 확인란을 선택한 다음 **Delete**를 클릭한다.
 - i. **Volumes** 페이지가 업데이트되도록 허용한다.
 - c. 업데이트된 페이지에서 **More**를 클릭한 다음 **Deleted Volumes** 페이지로 이동한다.
 - d. **Deleted Volumes** 페이지에서 두 볼륨을 선택한 다음 **Purge**를 클릭한다.
 - i. **Purge Volumes** 페이지에서 **Purge**를 클릭하여 확인한다.
9. 1~8단계를 3회 반복하여 테스트를 완료한다.

Vdbench 구성 파일

다음 섹션에서는 테스트 중에 활용된 Vdbench 구성 파일에 대한 세부 정보를 제공한다.

VDbench 구성 1

첫 번째 Vdbench 구성 파일은 12개의 디바이스에서 로드를 생성하는 데 사용되었으며 압축 및 중복 제거 비율은 2로 설정되었다.

```
compratio=2
dedupratio=2
dedupunit=4096

hd=default,shell=ssh,user=root,jvms=1
hd=hd5,system=PM_005

sd=default,openflags=o_direct
sd=sd1,hd=hd5,lun=/dev/sdb
sd=sd2,hd=hd5,lun=/dev/sdc
sd=sd3,hd=hd5,lun=/dev/sdd
sd=sd4,hd=hd5,lun=/dev/sde
sd=sd5,hd=hd5,lun=/dev/sdf
sd=sd6,hd=hd5,lun=/dev/sdg
sd=sd7,hd=hd5,lun=/dev/sdh
sd=sd8,hd=hd5,lun=/dev/sdi
sd=sd9,hd=hd5,lun=/dev/sdj
sd=sd10,hd=hd5,lun=/dev/sdk
sd=sd11,hd=hd5,lun=/dev/sdl
sd=sd12,hd=hd5,lun=/dev/sdm

wd=default,sd=*
wd=wd_prefill1,sd=sd*,xfersize=256k,seekpct=eof,rdpct=0
```

```
rd=default
rd=rd_prefill,wd=wd_prefill,elapsed=20h,interval=10,iorate=max,forthreads=(1)
```

Vdbench 구성 2

두 번째 Vdbench 구성 파일은 12개 디바이스에서 로드를 생성하는 데 사용되었으며 압축 및 중복 제거 비율은 3으로 설정되었다.

```
compratio=3
dedupratio=3
dedupunit=4096

hd=default,shell=ssh,master=192.168.1.200,user=root,jvms=1
hd=hd1,system=PM_001
sd=default,openflags=o_direct
sd=sd1,hd=hd1,lun=/dev/sdb
sd=sd2,hd=hd1,lun=/dev/sdc
sd=sd3,hd=hd1,lun=/dev/sdd
sd=sd4,hd=hd1,lun=/dev/sde
sd=sd5,hd=hd1,lun=/dev/sdf
sd=sd6,hd=hd1,lun=/dev/sdg
sd=sd7,hd=hd1,lun=/dev/sdh
sd=sd8,hd=hd1,lun=/dev/sdi
sd=sd9,hd=hd1,lun=/dev/sdj
sd=sd10,hd=hd1,lun=/dev/sdk
sd=sd11,hd=hd1,lun=/dev/sdl
sd=sd12,hd=hd1,lun=/dev/sdm
wd=default,sd=*
wd=wd_prefill,sd=sd*,xfersize=256k,seekpct=eof,rdpct=0
rd=default
rd=rd_prefill,wd=wd_prefill,elapsed=20h,interval=10,iorate=max,forthreads=(1)
```

Vdbench 구성 3

세 번째 Vdbench 구성 파일은 12개 디바이스에서 축소 불가능한 로드를 생성하는 데 사용되었다.

```
#compratio=3
#dedupratio=3
#dedupunit=4096
hd=default,shell=ssh,master=192.168.1.200,user=root,jvms=1
hd=hd1,system=PM_001
sd=default,openflags=o_direct
sd=sd1,hd=hd1,lun=/dev/sdb
sd=sd2,hd=hd1,lun=/dev/sdc
sd=sd3,hd=hd1,lun=/dev/sdd
sd=sd4,hd=hd1,lun=/dev/sde
sd=sd5,hd=hd1,lun=/dev/sdf
sd=sd6,hd=hd1,lun=/dev/sdg
#sd=sd7,hd=hd1,lun=/dev/sdh
#sd=sd8,hd=hd1,lun=/dev/sdi
#sd=sd9,hd=hd1,lun=/dev/sdj
#sd=sd10,hd=hd1,lun=/dev/sdk
#sd=sd11,hd=hd1,lun=/dev/sdl
#sd=sd12,hd=hd1,lun=/dev/sdm
```

```
wd=default, sd=*  
wd=wd_prefill, sd=sd*, xfersize=256k, seekpct=eof, rdpcct=0  
rd=default  
rd=rd_prefill, wd=wd_prefill, elapsed=20h, interval=10, iorate=max, forthreads=(1)
```

¹ Dell Technologies. 스토리지 데이터 감소 보장: 고객 서명 그리고 Dell ProSupport™ for Infrastructure 4시간 또는 익일(영업일 기준) 지원 계약, ProSupport Plus for Infrastructure 지원 계약 또는 유효한 Dell Technologies 지원 파트너와의 유효한 지원 계약에 고객 서명이 있어야 한다. 올플래시 스토리지 제품만 지원된다. 자세한 내용은 www.dell.com/en-us/shop/scc/sc/storage-products를 참조하면 된다.

² A 공급업체는 2024년부터 NVMe Express®(NVMe®)에 대해 4:1 DRR을 보장한다.

³ 테스트에 사용된 Dell™ PowerStore™ 1200T 플랫폼에는 총 25개의 드라이브가 있었다. 이 중 2개는 NVRAM으로 사용되었다. 사양은 다음을 참조하면 된다. Dell Technologies. "[PowerStore 1000, 1200, 3000, 3200, 5000, 5200, 7000, 9000 및 9200용 Dell PowerStore 하드웨어 정보 가이드](#)." 2023년 6월 액세스.

⁴ 4 Dell™ PowerStore™ 드라이브 12개 또는 A 공급업체 드라이브 24개를 드라이브당 20W 사용, 하루 24시간, 연간 365일 작동, 에너지 비용 US \$0.173/kWh로 계산했다. 가격 출처: 미국 노동통계국. "[미국, 지역, 인구 조사 부서 및 일부 대도시 지역의 평균 에너지 가격](#)." 2024년 2월 액세스.



이 문서 내 분석은 Dell Technologies의 의뢰로 Prowess Consulting에서 수행했습니다.

결과는 시뮬레이션되었으며 정보용으로만 제공됩니다. 시스템 하드웨어나 소프트웨어의 설계 또는 구성이 다를 경우 실제 성능에 영향을 줄 수 있습니다.

Prowess Consulting 및 Prowess 로고는 Prowess Consulting, LLC의 상표입니다.

Copyright © 2024 Prowess Consulting, LLC. All rights reserved.

기타 상표는 해당 소유주의 자산입니다.