S2D: wymiana dysku bez przestoju, gdy pula jest prawie pełna

Poziom: zaawansowany

Dotyczy: Windows Server 2019, 2022 i 2025, Storage Spaces Direct (S2D), klaster hvclu01

Czas: ~40 min, więcej przy braku zapasu

Efekt: wymieniamy fizyczny dysk w klastrze S2D bez przestoju maszyn wirtualnych, wiedząc wcześniej, ile mamy zapasu miejsca w puli i co robimy, gdy tego zapasu zabrakło.

> Strona należy do książki „Hyper-V i Storage Spaces Direct”. Liczenie pojemności puli, rezerwy, skrypt raportujący i wszystkie drogi wyjścia z pełnej puli opisuje strona Pojemność puli S2D: jak ją policzyć, pilnować i co robić, gdy pula jest pełna, a stany dysków i zadania naprawy strona Diagnostyka Hyper-V i S2D: utracone dyski, zadania naprawy, CSV przekierowany i maszyny, które nie wstają.

Skróty użyte na tej stronie (4)

Skrót	Co znaczy
S2D	Storage Spaces Direct: programowa macierz Windows Server z dysków wielu serwerów
SAS	Serial Attached SCSI: złącze i magistrala dyskowa w serwerach, następca równoległego SCSI, pozwala podłączyć wiele dysków i macierzy przez jeden kontroler z większą przepustowością niż SATA; w Azure także Shared Access Signature: podpisany adres z tokenem, który daje czasowy dostęp do danych w koncie magazynu
SATA	Serial ATA: popularne złącze dyskowe znane z komputerów biurowych i tańszych serwerów, prostsze i wolniejsze niż SAS, typowe dla dysków klasy konsumenckiej
XML	eXtensible Markup Language: format tekstowy do zapisu ustrukturyzowanych danych w znacznikach, tutaj używany przez PowerShell do zapisu zrzutu obiektów poleceniem Export-Clixml

Zanim zaczniemy

Z ŻYCIA WZIĘTE

Wtorek, 2:14 w nocy. Zabbix budzi nas alarmem o niedostępnym dysku na `hv02`. Rano w `Get-PhysicalDisk` widzimy jeden dysk ze statusem `Predictive Failure`, a `Get-StoragePool` pokazuje, że wolnego miejsca w puli `S2D-Pula` zostało niecałe 0,05 TB. Zanim wyciągniemy cokolwiek z obudowy, musimy policzyć, czy w ogóle jest gdzie przenieść dane.

Pojęcie: lustro dwukierunkowe (2-way mirror). Odporność dysku wirtualnego, w której każdy zapisany blok danych trzymamy fizycznie w dwóch kopiach, na dwóch różnych dyskach (w klastrze dwuwęzłowym, jak `hv01` i `hv02`, korzystnie na różnych węzłach). Dzięki temu awaria jednego dysku nie zabiera żadnych danych, bo druga kopia leży gdzie indziej. Pulę magazynu i dysk wirtualny opisujemy szerzej na stronie Storage Spaces i warstwy magazynu (StorageTier), a odporność na stronie Architektura S2D: pula, pamięć podręczna, odporność, świadek i sieć magazynu.

Klaster dwuwęzłowy z S2D wymaga świadka kworum: bez trzeciego głosu awaria jednego węzła może zatrzymać drugi. Klaster `hvclu01` ma świadka w postaci udziału `\\bkp01\hvclu01-swiadek` na fizycznym serwerze poza klastrem, a jego stan sprawdzamy przed wymianą poleceniem `Get-ClusterQuorum` (świadek ma być `Online`). Budowę świadka opisuje strona Klaster Windows od zera: budowa, sieć, świadek i S2D, a pojęcie kworum strona Wysoka dostępność: pojęcia, liczenie dostępności i poziomy rezerwy.

Liczenie zapasu

Sprawdzamy całkowitą i zajętą pojemność puli:

```
Get-StoragePool | Select FriendlyName, Size, AllocatedSize
```

Przykład:

```
FriendlyName   Size          AllocatedSize
------------   ----          -------------
S2D-Pula       43980465111040  43925123932160
```

Różnica `Size` minus `AllocatedSize` to wolne miejsce w puli. W tym przykładzie zostało niecałe 0,05 TB, stanowczo za mało na bezpieczną wymianę dysku o pojemności rzędu 2 TB.

Sprawdzamy dysk wirtualny i jego odporność:

```
Get-VirtualDisk
```

Przykład:

```
FriendlyName   ResiliencySettingName  Size   FootprintOnPool  HealthStatus
------------   ---------------------  ----   ---------------  ------------
S2D-Dane       Mirror                 20 TB  40 TB            Healthy
```

`FootprintOnPool` większy niż `Size` pokazuje, że każdy gigabajt danych zajmuje w puli dwa razy tyle miejsca, dokładnie tak jak przy warstwie `Mirror` opisanej na stronie o Storage Spaces.

Sprawdzamy stan wszystkich dysków fizycznych, posortowanych po sposobie użycia:

```
Get-PhysicalDisk | Sort Usage
```

Przykład:

```
FriendlyName    MediaType  Usage         OperationalStatus  HealthStatus
------------    ---------  -----         -----------------  ------------
PhysicalDisk7   HDD        Retired       OK                 Warning
PhysicalDisk3   HDD        Auto-Select   Predictive Failure Warning
PhysicalDisk1   HDD        Auto-Select   OK                 Healthy
```

Kolumna `Usage` pokazuje, które dyski są już wcześniej wycofane (`Retired`), a `OperationalStatus` inny niż `OK` wskazuje kandydata do wymiany.

Sprawdzamy, czy w tle nie trwa już żadna operacja naprawy:

```
Get-StorageJob
```

Pusty wynik oznacza, że możemy bezpiecznie zaczynać. Zadanie naprawy zużywa też przepustowość dysków i sieci między węzłami, więc dwóch napraw jednocześnie wolimy uniknąć.

Dlaczego lustro potrzebuje wolnego miejsca

Gdy wycofujemy dysk z puli, Storage Spaces musi odtworzyć drugą kopię każdego bloku danych, który na nim leżał, bo inaczej te dane miałyby tylko jedną kopię. Nową kopię trzeba zapisać na wolnym miejscu gdzieś indziej w puli, więc wolnego miejsca musi być co najmniej tyle, ile danych faktycznie leżało na wymienianym dysku. W praktyce liczymy to jako potrzebę miejsca równą pojemności całego dysku, bo dopóki nie sprawdzimy dokładnie, ile miejsca zużywał, bezpieczniej założyć najgorszy przypadek.

Dokumentacja Microsoftu zaleca trzymanie w puli rezerwy równej pojemności jednego dysku pojemnościowego na serwer, maksymalnie do czterech dysków rezerwy. Dla klastra `hv01` i `hv02` z dyskami 2 TB oznacza to rezerwę 4 TB (jeden dysk na każdy z dwóch serwerów), wystarczającą, żeby natychmiastowa, równoległa naprawa w miejscu powiodła się po awarii dowolnego dysku, jeszcze zanim fizycznie go wymienimy.

> Rezerwa nie jest osobnym wolumenem ani ustawieniem, które gdzieś klikamy: to po prostu miejsce w puli, którego świadomie nie przydzielamy pod żaden dysk wirtualny.

Jak rozpoznać, że się nie da

Gdy wolnego miejsca w puli jest mniej niż rozmiar wymienianego dysku, próba naprawy kończy się błędem:

```
Repair-VirtualDisk : Not enough available capacity
```

> Ten sam komunikat potrafi się pojawić także wtedy, gdy w puli fizycznie jest dość miejsca, ale sam dysk wirtualny jest już w stanie `Degraded`. Zanim uznamy, że to brak pojemności, sprawdzamy `Get-VirtualDisk` i w razie potrzeby najpierw naprawiamy zdrowie dysku wirtualnego, dopiero potem wracamy do liczenia miejsca.

Przebieg

Sytuacja z zapasem

Identyfikujemy dysk do wymiany i włączamy jego fizyczne wskazanie (dioda na obudowie):

```
Get-PhysicalDisk -FriendlyName "NazwaDysku" | Enable-PhysicalDiskIdentification
```

> (gdzie `NazwaDysku` to `FriendlyName` dysku z wcześniejszego `Get-PhysicalDisk`, np. `PhysicalDisk3`)

Wycofujemy dysk z aktywnego użycia w puli:

```
Set-PhysicalDisk -FriendlyName "NazwaDysku" -Usage Retired
```

Dysk w stanie `Retired` nie przyjmuje już nowych zapisów, ale wciąż jest fizycznie w obudowie i wciąż go widać w puli.

Uruchamiamy naprawę dysku wirtualnego, żeby Storage Spaces odtworzył drugą kopię bloków, które leżały na wycofanym dysku:

```
Repair-VirtualDisk -FriendlyName "NazwaDyskuWirtualnego"
```

Obserwujemy postęp:

```
Get-StorageJob
```

Przykład w trakcie działania:

```
Name          JobState  PercentComplete IsBackgroundTask
----          --------  --------------- ----------------
Regeneration  Running   47              True
```

Czekamy, aż `JobState` zmieni się na `Completed`, a `Get-VirtualDisk` znowu pokaże `HealthStatus Healthy`. Dopiero wtedy dysk fizyczny jest naprawdę zbędny dla danych.

Usuwamy wycofany dysk z puli:

```
Remove-PhysicalDisk -PhysicalDisks (Get-PhysicalDisk -FriendlyName "NazwaDysku") -
StoragePoolFriendlyName "NazwaPuli"
```

Wyłączamy wskazanie na starym dysku, wyciągamy go fizycznie z obudowy i wkładamy nowy w to samo miejsce:

```
Get-PhysicalDisk | Where OperationalStatus -Like "OK" | Disable-PhysicalDiskIdentification
```

Sprawdzamy, czy klaster widzi nowy dysk jako gotowy do dołączenia do puli:

```
Get-PhysicalDisk -CanPool $true
```

Jeśli automatyczne dołączanie dysków do puli (`AutoPool`) jest wyłączone, dokładamy dysk ręcznie:

```
Add-PhysicalDisk -StoragePoolFriendlyName "NazwaPuli" -PhysicalDisks (Get-PhysicalDisk -
CanPool $true)
```

Stan `AutoPool` sprawdzamy tak:

```
Get-StorageSubSystem Cluster* | Get-StorageHealthSetting | Select
"System.Storage.PhysicalDisk.AutoPool.Enabled"
```

Sytuacja bez zapasu

Tak jak na `hv01` i `hv02`: brak wolnych kieszeni na dodatkowy dysk, brak wolnego portu SAS albo SATA, brak zewnętrznego magazynu, na który dałoby się tymczasowo przenieść maszyny wirtualne. Żadna z poniższych opcji nie jest przyjemna, ale każda jest realna i każdą znajdziemy w dokumentacji Microsoftu.

Opcja	Koszt i ryzyko
Zwolnienie miejsca w puli: usunięcie starych checkpointów Hyper-V, przeniesienie rzadko używanych `VHDX` na inny magazyn	Najtańsza opcja, zerowe ryzyko przy dobrze wybranych danych, ale wymaga czasu na znalezienie, co naprawdę można ruszyć
Czasowa migracja części maszyn wirtualnych na inny magazyn (Live Migration), żeby zwolnić miejsce na czas naprawy	Wymaga dokądś przenieść VM, w Zielonej z braku zewnętrznego magazynu ta opcja odpada, ogólnie zależy od dostępności innego storage'u
Zakup i dołożenie kolejnego dysku albo dodatkowej obudowy z portami	Koszt sprzętu i czas dostawy, za to najbardziej trwałe rozwiązanie, bo od razu zwiększa rezerwę na przyszłość
Zmniejszenie rozmiaru dysku wirtualnego, żeby zwolnić miejsce w puli	Ryzykowne na żywym woluminie z danymi, tak samo jak przy powiększaniu w drugą stronę opisanym na stronie o Storage Spaces, praktyczna droga to raczej odtworzenie z kopii zapasowej na mniejszym dysku
Zgłoszenie do Microsoft Support	Gdy żadna z powyższych opcji nie jest możliwa od razu, wsparcie potrafi doradzić bezpieczną kolejność kroków dla konkretnego stanu puli

Dwie dalsze drogi, trzeci węzeł `hv03` i przejście na Windows Server 2025 z zamianą wolumenu na cienki, wraz z liczbami dla Zielonej, opisuje strona Pojemność puli S2D: jak ją policzyć, pilnować i co robić, gdy pula jest pełna.

Czego nie robimy:

- nie wołamy `Remove-PhysicalDisk` na dysku, którego dane nie mają jeszcze drugiej kopii, bo to prosta droga do utraty danych,

- nie próbujemy obejść błędu `Not enough available capacity` żadną sztuczką w rodzaju wymuszania operacji parametrem, którego nie ma w dokumentacji danej wersji Windows,
- nie zmniejszamy dysku wirtualnego na produkcyjnym wolumenie bez świeżej kopii zapasowej.

Incydent: cztery dyski naraz w Retired

Zdarza się gorszy scenariusz: cztery dyski naraz przechodzą w `Retired` (np. przez wspólną awarię kontrolera albo zbyt agresywną automatykę), naprawa stoi na `0%` w stanie `Suspended`, a jeden z dysków utknął w stanie `Removing From Pool`.

Dla dysków, które nie są faktycznie uszkodzone, a trafiły w `Retired` tylko w efekcie kaskady, przywracamy normalne użycie:

```
Set-PhysicalDisk -FriendlyName "NazwaDysku" -Usage AutoSelect
```

Stan `Removing From Pool` to według dokumentacji (opis dotyczy Windows Server 2016) tylko zapisana intencja z wcześniejszego wywołania `Remove-PhysicalDisk`, zostawiona po to, żeby dało się wrócić do poprzedniego stanu, jeśli operacja się nie powiedzie. Dopóki nie mamy pewności, że to bezpieczne w naszym stanie klastra, nie czyścimy jej ręcznie na własną rękę, tylko traktujemy jako informację dla wsparcia.

Przy takim rozrzucie w kilku dyskach naraz otwieramy zgłoszenie w Microsoft Support i zbieramy do niego:

```
Get-ClusterLog -Destination .
```

```
Get-StorageSubSystem | Debug-StorageSubSystem
```

```
Get-PhysicalDisk | Export-Clixml GetPhysicalDisk.xml
```

`Get-ClusterLog` zbiera logi klastra ze wszystkich węzłów do jednego miejsca, `Debug-StorageSubSystem` generuje raport zdrowia magazynu i szuka znanych problemów, a zrzut `Get-PhysicalDisk` do pliku XML pozwala wsparciu zobaczyć dokładnie ten sam stan dysków, który widzimy my.

Weryfikacja

```
Get-VirtualDisk
Get-PhysicalDisk
```

```
Get-StorageJob
```

`Get-VirtualDisk` pokazuje `HealthStatus Healthy` i `OperationalStatus OK`, nowy dysk w `Get-PhysicalDisk` ma `Usage Auto-Select` i `HealthStatus Healthy`, a `Get-StorageJob` nie zwraca żadnego działającego zadania.

Wycofanie zmian

Jeśli dysk wycofaliśmy przez pomyłkę, zanim doszło do fizycznego wyjęcia, cofnięcie jest proste:

```
Set-PhysicalDisk -FriendlyName "NazwaDysku" -Usage AutoSelect
```

Po fizycznym wyjęciu i wymianie dysku nie ma już czego cofać: jeśli stary dysk był naprawdę sprawny, jedyną drogą powrotu jest włożenie go z powrotem i dodanie do puli tak samo, jak dodajemy każdy nowy dysk.

Gdy coś nie zadziała

Objaw	Przyczyna	Co robimy
`Repair-VirtualDisk` zwraca `Not enough available capacity`	pula nie ma wolnego miejsca równego rozmiarowi wymienianego dysku	zwalniamy miejsce (sekcja „Sytuacja bez zapasu") albo dokładamy dysk, dopiero potem powtarzamy `Repair-VirtualDisk`
Naprawa stoi na `0%` albo w stanie `Suspended`	zbyt wiele dysków naraz w `Retired`, za mało zasobów na równoległą naprawę	przywracamy `Usage AutoSelect` na dyskach niedotkniętych awarią, otwieramy zgłoszenie w Microsoft Support
Dysk zostaje w stanie `Removing From Pool` mimo zakończonego `Remove-PhysicalDisk`	to zapisana intencja z wywołania `Remove-PhysicalDisk`, nie została wyczyszczona	nie czyścimy tego ręcznie bez pewności, zgłaszamy do wsparcia razem z resztą logów
`Repair-VirtualDisk` albo zmiana rozmiaru zwraca błąd mimo widocznego wolnego miejsca	dysk wirtualny jest w stanie `Degraded`, co daje mylący komunikat o pojemności	najpierw przywracamy zdrowie dysku wirtualnego, dopiero potem wracamy do operacji zmieniającej rozmiar

□□ Ćwiczenia

1. Pula pokazuje `Size` 40 TB i `AllocatedSize` 39,97 TB. Chcemy wymienić dysk 2 TB. Czy `Repair-VirtualDisk` się powiedzie od razu?

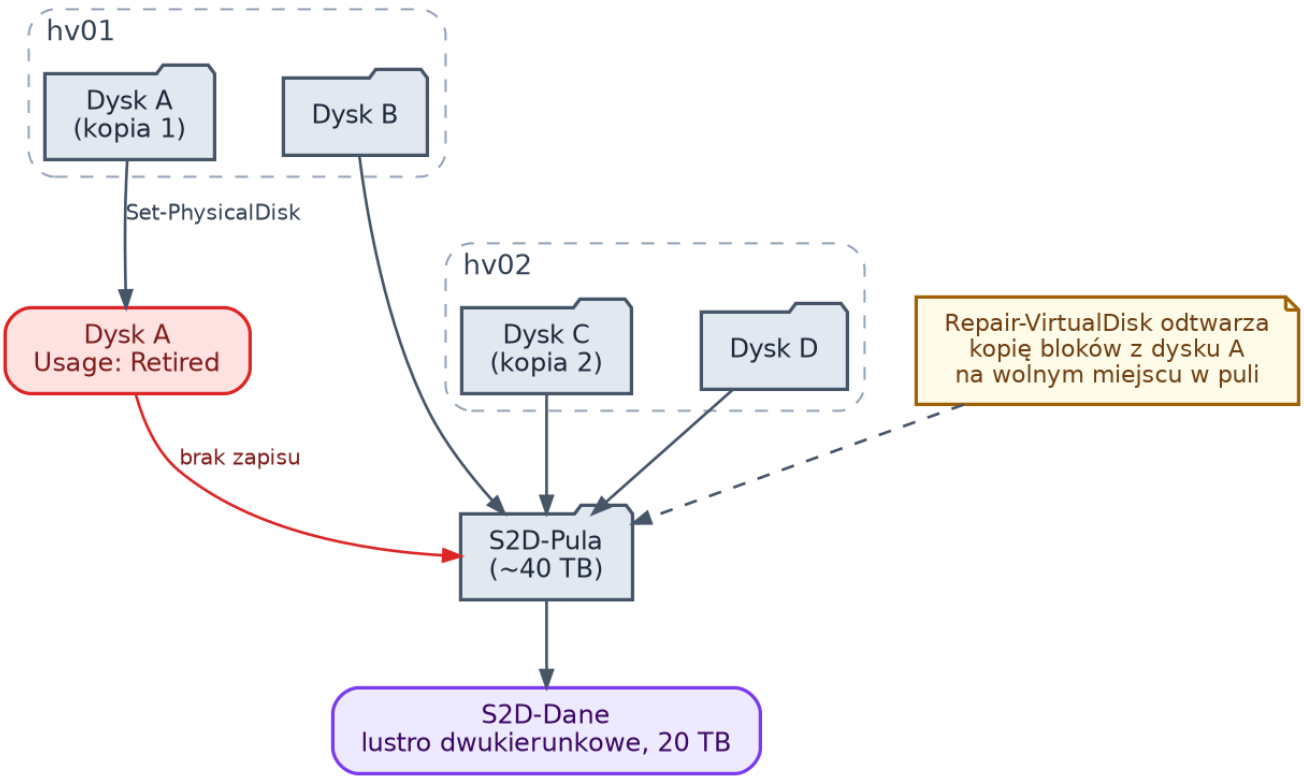
Odpowiedź

Nie. Wolnego miejsca zostało około 0,03 TB, dużo mniej niż 2 TB wymienianego dysku, więc `Repair-VirtualDisk` zwróci błąd o niewystarczającej pojemności. Najpierw musimy zwolnić miejsce w puli albo dołożyć dysk, dopiero potem wracamy do naprawy.

1. Dlaczego fizyczne wyciągnięcie dysku z obudowy bez wcześniejszego `Set-PhysicalDisk -Usage Retired` i `Repair-VirtualDisk` jest bardziej ryzykowne niż wymiana według tej procedury?

Odpowiedź

Bo przy nagłym wyjęciu druga kopia danych z tego dysku nie została jeszcze wcześniej odtworzona gdzie indziej. Dopóki naprawa nie dobiegnie końca, dane z tego fragmentu mirroru istnieją tylko w jednej kopii, więc każda kolejna awaria w tym oknie czasowym grozi realną utratą danych.



Schemat wymiany dysku w lustrze S2D: co się dzieje z kopią danych po wycofaniu dysku (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Powiązane: Pojemność puli S2D: jak ją policzyć, pilnować i co robić, gdy pula jest pełna · Architektura S2D: pula, pamięć podręczna, odporność, świadek i sieć magazynu · Storage Spaces i warstwy magazynu (StorageTier) · Wolumeny współdzielone klastra (CSV) · Diagnostyka Hyper-V i S2D: utracone dyski, zadania naprawy, CSV przekierowany i maszyny, które nie wstają · Zabbix: SMART dysków na Windows przez agenta 2 · Firmware i wymiana na gorąco: kolejność, klaster i lista kontrolna

Źródła: Replace failed drives on Azure Local, Microsoft Learn · Storage Spaces Direct troubleshooting, Microsoft Learn · Plan volumes, Storage Spaces Direct, Microsoft Learn · Set-PhysicalDisk, PowerShell Storage module · Repair-VirtualDisk, PowerShell Storage module · Get-StorageJob, PowerShell Storage module · Remove-PhysicalDisk, PowerShell Storage module · Get-StorageSubSystem, PowerShell Storage module · Debug-StorageSubSystem, PowerShell Storage module · Get-ClusterLog, PowerShell FailoverClusters module

---

Revision #29
Created 2026-09-28 06:14:57 UTC by Tomasz Konieczny
Updated 2026-10-26 14:27:00 UTC by Tomasz Konieczny