Opowieść

Historia Hyper-V i S2D, stan w październiku 2026, mapa książki.

- Hyper-V i Storage Spaces Direct: od Virtual PC do Azure Local i Windows Server 2025

Hyper-V i Storage Spaces Direct: od Virtual PC do Azure Local i Windows Server 2025

Poziom: podstawy

Dotyczy: Virtual PC, Virtual Server 2005, Hyper-V od Windows Server 2008 do 2025, Storage Spaces, Storage Spaces Direct, Azure Stack HCI i Azure Local, stan na 19 października 2026

Czas: ~25 min

Ta strona otwiera książkę o Hyper-V i magazynie Storage Spaces Direct, na których stoi prawie cała serwerownia Zielonej. Opowiada, jak Microsoft z kupionego programu do uruchamiania starych systemów na Macu zrobił hypervisor w każdym Windows Server, jak doszedł do magazynu bez macierzy i dokąd prowadzi go dziś chmura. Na końcu jest mapa książki, której głównym bohaterem jest prawie pełna pula `S2D-Pula`*.*

Na dwóch serwerach `hv01` i `hv02` pracują kontrolery domeny, Optima, WMS, Docker z Gitea i pocztą, a nawet Home Assistant. Gdy któryś z tych serwerów padnie, drugi uruchamia u siebie maszyny pierwszego, bo oba widzą te same dane. Te same dane widzą dzięki Storage Spaces Direct: dyski włożone do obu serwerów tworzą jedną wspólną pulę.

Ta wygoda ma swoją cenę, którą Zielona właśnie płaci. Pula jest prawie pełna, więc gdy padnie dysk, nie ma gdzie odtworzyć jego danych. Ta książka uczy, jak to policzyć, jak tego pilnować i jak z tego wyjść, a zaczyna od historii, bo wiele dzisiejszych ograniczeń ma w niej swoje źródło.

> Zakres: licencjonowanie opisujemy tylko informacyjnie, bez cen, bo zależą od umowy, kraju i dnia. Daty i wersje sprawdziliśmy w źródłach wymienionych na końcu, a tam, gdzie się różnią, piszemy to w nocie metodycznej.

Skróty użyte na tej stronie (17)

Skrót	Co znaczy
ATC	człon nazwy Network ATC: funkcja Windows Server 2025 i Azure Local, która konfiguruje sieć hosta (SET, VLAN, RDMA, QoS) według opisanych zamiarów; rozwinięcia skrótu dokumentacja nie podaje (do potwierdzenia)
CAU	Cluster-Aware Updating: funkcja Windows, która aktualizuje węzły klastra po kolei, z wstrzymaniem i opróżnieniem każdego
CSV	w Windowsie: Cluster Shared Volume, dysk widoczny naraz dla wszystkich węzłów klastra; w danych: Comma-Separated Values, plik z wartościami oddzielonymi przecinkami
FAQ	Frequently Asked Questions: zbiór najczęściej zadawanych pytań z odpowiedziami
GPU-P	GPU Partitioning: podział jednej fizycznej karty graficznej na części przydzielane kilku maszynom wirtualnym; w Windows Server 2025 z migracją na żywo, wymaga wersji konfiguracji maszyny 12.0
HCI	Hyper-Converged Infrastructure: infrastruktura, w której serwery łączą obliczenia i dyski w jeden klaster
HDD	Hard Disk Drive: tradycyjny dysk twardy z wirującymi talerzami i głowicą, wolniejszy od SSD, ale tańszy za gigabajt, typowo używany jako warstwa pojemnościowa
RAID	Redundant Array of Independent Disks: sposób łączenia kilku fizycznych dysków w jeden, widziany przez system jako pojedynczy dysk, zwykle z dodatkową odpornością na awarię jednego z nich
RCP	Resource Control Policy: polityka organizacji AWS ograniczająca, co można zrobić z zasobami w kontach członkowskich, także z zewnątrz
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
SET	Switch Embedded Teaming: zespół kart sieciowych zbudowany w przełączniku wirtualnym Hyper-V; łączy dwie karty w jedno łącze bez ustawień po stronie przełącznika fizycznego, więc bez LACP
SSD	Solid State Drive: dysk półprzewodnikowy
UEFI	Unified Extensible Firmware Interface: nowoczesne oprogramowanie firmowe płyty głównej albo maszyny wirtualnej, następca starszego BIOS-u, obsługuje między innymi Secure Boot
VHDX	Virtual Hard Disk v2: format pliku dysku wirtualnego maszyny Hyper-V, następca starszego VHD, obsługuje większe rozmiary i jest odporniejszy na uszkodzenie przy nagłym zaniku zasilania
vNext	robocza nazwa następnej wersji Windows Server w kompilacjach podglądowych programu Windows Server Insider, używana do czasu nadania nazwy i daty premiery
WMS	Warehouse Management System: system zarządzania magazynem

Skąd się wzięło

> **Pojęcie: wirtualizacja.** Uruchamianie wielu komputerów (maszyn wirtualnych) na jednym fizycznym serwerze. Każda maszyna ma własny system, własne dyski i własną sieć, ale naprawdę korzysta z procesora, pamięci i dysków tego jednego serwera.

> **Pojęcie: hypervisor.** Program, który dzieli sprzęt serwera między maszyny wirtualne i pilnuje, żeby jedna nie weszła drugiej w drogę. Hyper-V jest hypervisorem Microsoftu, wbudowanym w Windows Server jako rola.

Virtual PC i Virtual Server: wirtualizacja jako program

W lutym 2003 roku Microsoft kupił od firmy Connectix program Virtual PC, który na komputerach z Windows i na Macach uruchamiał inne systemy w okienku, a razem z nim nieukończony produkt serwerowy. We wrześniu 2004 roku ten produkt wyszedł jako Virtual Server 2005, a 3 kwietnia 2006 roku wersja R2 Enterprise stała się darmowa.

Virtual Server był zwykłym programem uruchamianym w systemie hosta. Maszyny wirtualne pracowały więc „nad” pełnym Windows, który sam zjadał zasoby i sam potrzebował restartów. To wystarczało do laboratorium, ale nie do serwerowni, w której maszyny miały pracować miesiącami.

Hyper-V: hypervisor pod systemem

Następca, pisany pod roboczą nazwą Viridian, odwrócił ten układ: hypervisor startuje pierwszy, a Windows hosta staje się jedną z maszyn, tylko uprzywilejowaną. Windows Server 2008 z 27 lutego 2008 roku zawierał Hyper-V w wersji beta, a gotowe wydanie trafiło do klientów 26 czerwca 2008 roku przez Windows Update. Od 1 października 2008 roku był też darmowy Hyper-V Server, sam hypervisor z konsolą tekstową.

Windows Server 2008 R2 z października 2009 roku dołożył migrację na żywo, czyli przenoszenie działającej maszyny na inny serwer bez przerwy, i wolumeny CSV, które pozwalają kilku węzłom klastra korzystać z jednego dysku naraz. Od tej chwili Hyper-V z klastrem stał się realną alternatywą dla VMware w średnich firmach, takich jak Zielona.

Storage Spaces: magazyn bez kontrolera RAID

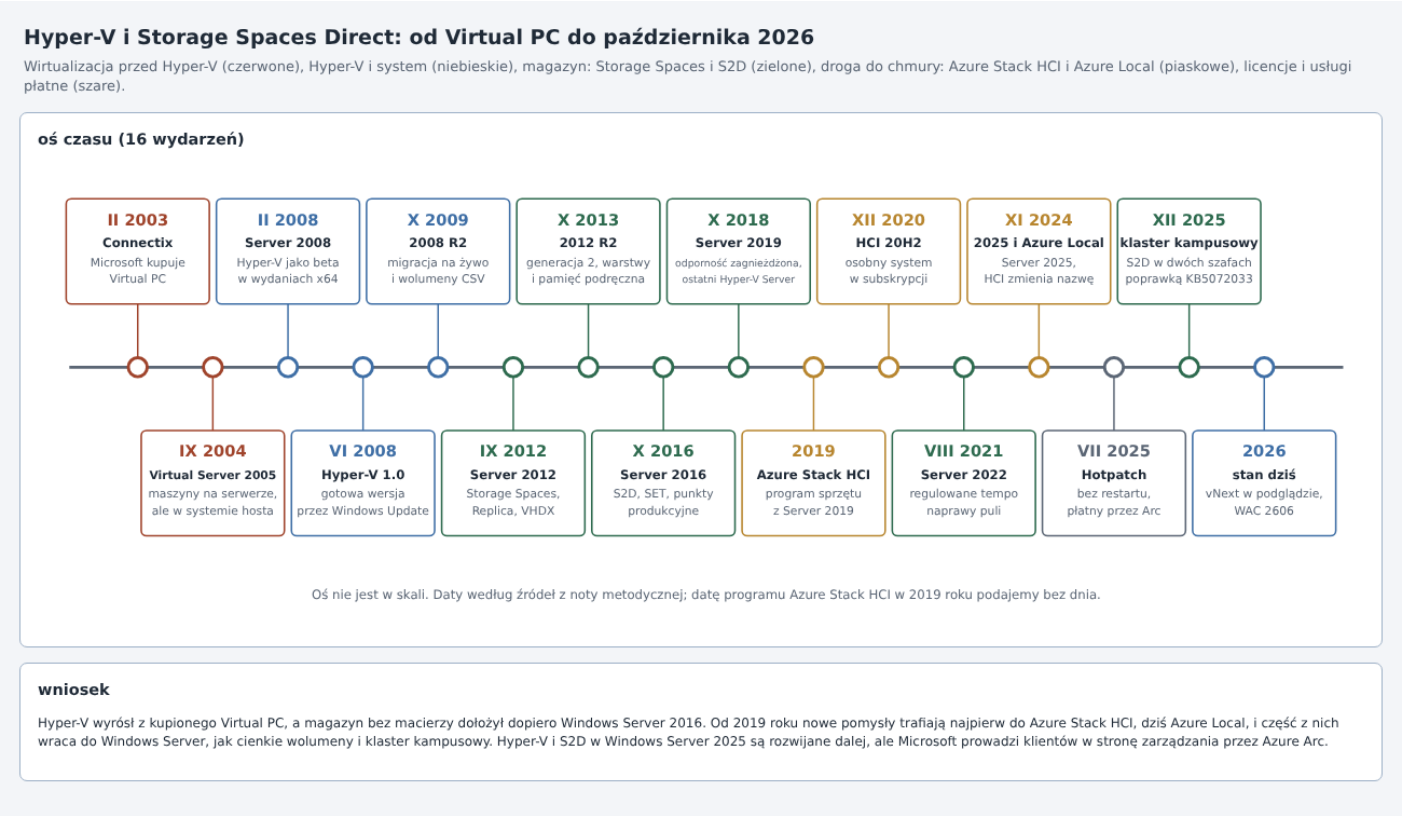
Windows Server 2012 z 4 września 2012 roku przyniósł format dysków VHDX, Hyper-V Replica (kopię maszyny na drugim serwerze) i Storage Spaces: możliwość złożenia kilku zwykłych dysków w pulę i wykrojenia z niej dysków odpornych na awarię, bez sprzętowego kontrolera RAID. Wersja 2012 R2 z października 2013 roku dodała warstwy (szybkie dyski SSD obok wolnych HDD) i pamięć podręczną, a w Hyper-V maszyny generacji 2 z UEFI.

Ciekawostka: Storage Spaces w Windows Server 2012 potrafiły pracować w klastrze, ale tylko na wspólnej obudowie dysków SAS podłączonej do kilku serwerów naraz. Dopiero następna wersja pozbyła się tej obudowy.

Storage Spaces Direct: każdy serwer wnosi swoje dyski

Windows Server 2016 z 12 października 2016 roku przyniósł Storage Spaces Direct (S2D). Każdy serwer klastra ma własne, lokalne dyski, a S2D składa je w jedną pulę przez sieć, trzymając kopie danych na różnych serwerach. Wystarczą dwa serwery z dyskami i szybka sieć, a znika macierz, która była najdroższą i najtrudniejszą częścią klastra.

Ta sama wersja dała zespół kart SET wbudowany w przełącznik wirtualny i produkcyjne punkty kontrolne, a licencje przeszły na liczenie rdzeni. S2D od początku było tylko w wydaniu Datacenter i tak zostało do dziś. Windows Server 2019 z 2 października 2018 roku dodał odporność zagnieżdżoną dla dwóch serwerów, a Hyper-V Server 2019 był ostatnim darmowym wydaniem samego hypervisora.



Rysunek 1. Oś czasu Hyper-V i S2D: od kupienia Virtual PC w 2003 roku, przez Hyper-V w 2008, Storage Spaces w 2012, S2D w 2016 i Azure Stack HCI w 2019, po Windows Server 2025, Azure Local i klaster kampusowy (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Azure Stack HCI i Azure Local: ten sam fundament, inna droga

W 2019 roku Microsoft nazwał Azure Stack HCI program certyfikowanego sprzętu z Windows Server 2019, Hyper-V i S2D. W grudniu 2020 roku Azure Stack HCI 20H2 stał się osobnym systemem operacyjnym, sprzedawanym w subskrypcji i zarządzanym przez Azure. Od tej chwili nowe funkcje magazynu i klastra pojawiały się najpierw tam, a do Windows Server trafiały później albo wcale.

> **Pojęcie: Azure Local.** Nazwa, pod którą w listopadzie 2024 roku, na konferencji Ignite, Microsoft przedstawił następcę Azure Stack HCI. To ten sam fundament (Hyper-V, klaster i S2D), ale sprzedawany jak usługa Azure: rozliczenie od rdzeni w subskrypcji, zarządzanie przez Azure Arc i obowiązek połączenia z Azure co najmniej raz na 30 dni. Według dokumentacji obsługuje od 1 do 64 maszyn na certyfikowanym sprzęcie.

Windows Server 2025 i stan w październiku 2026

Windows Server 2025 jest dostępny od 1 listopada 2024 roku, ze wsparciem podstawowym do 9 października 2029 roku i rozszerzonym do 10 października 2034 roku. Dla Hyper-V i S2D przyniósł między innymi generację 2 jako domyślną w kreatorze, podział karty graficznej między maszyny z migracją na żywo, klastry Hyper-V bez domeny, cienkie wolumeny S2D z możliwością zamiany wolumenu stałego na cienki i Network ATC do konfiguracji sieci według zamiarów. Wersja konfiguracji maszyn to 12.0, a poziom funkcjonalny klastra 12.

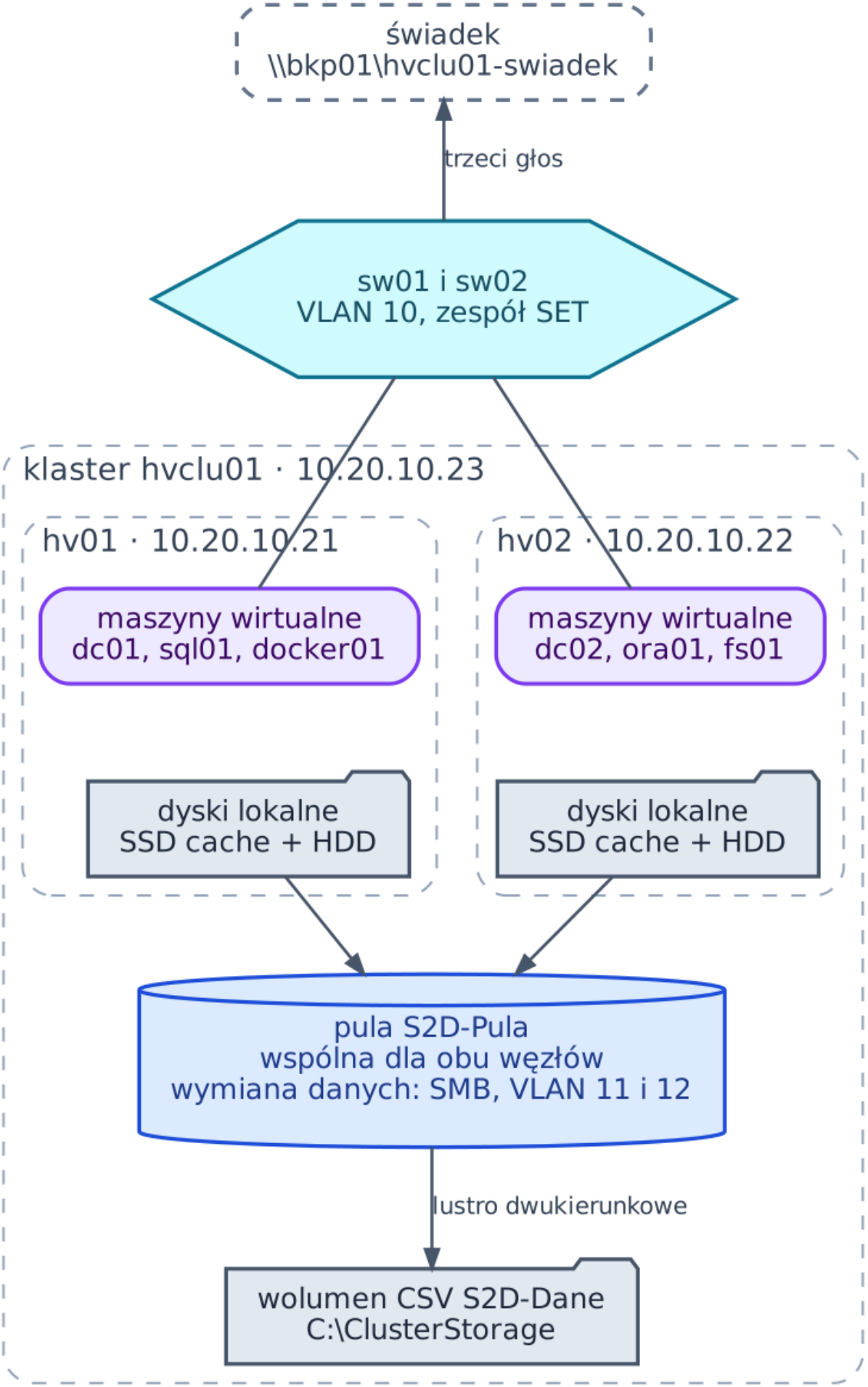
Rok 2025 i 2026 dołożyły kolejne klocki. 16 lipca 2025 roku Hotpatch, czyli instalacja poprawek bez restartu, stał się płatną usługą dla serwerów połączonych z Azure Arc. Grudniowa poprawka KB5072033 z 2025 roku umożliwiła klaster kampusowy S2D, rozpięty na dwie szafy w różnych budynkach. Windows Admin Center ma wydanie 2606 (aktualizacja z 1 września 2026), a nowy tryb wirtualizacji jest w podglądzie.

Sprawa	Stan na 19 października 2026	Co to znaczy dla Zielonej
Windows Server 2025	bieżące wydanie z długim wsparciem, kompilacja 26100	docelowa wersja dla `hv01` i `hv02`
Windows Server 2022	wsparcie podstawowe skończyło się 14 października 2026, poprawki bezpieczeństwa (wsparcie rozszerzone) do 15 października 2031	dziś pracujemy na nim; poprawki dalej przychodzą, ale nowych funkcji już nie będzie, więc przejście planujemy po zakazie zmian
Następna wersja (vNext)	kompilacje podglądowe, ostatnia znaleziona 29659 z 9 września 2026, bez nazwy i daty premiery	czekamy, nie planujemy na niej produkcji
Azure Local	rozwijany co miesiąc, rozliczany od rdzeni w subskrypcji	alternatywa przy wymianie sprzętu, wymaga stałego związku z Azure
Licencje Windows Server 2025	od rdzeni, minimum 8 na procesor i 16 na serwer; Standard daje dwa środowiska wirtualne, Datacenter dowolną liczbę; S2D tylko w Datacenter; od 2025 także rozliczenie za użycie przez Azure Arc	`hv01` i `hv02` potrzebują Datacenter, tak jak dziś

Kierunek Microsoftu widać w dokumentacji: najnowsze strony o sieci i magazynie zalecają Network ATC zamiast ręcznego `New-VMSwitch`, opisują zarządzanie przez Azure Arc, a nowe funkcje często mają adnotację „Azure Local”. Na liście funkcji wycofywanych z Windows Server nie znaleźliśmy jednak ani Hyper-V, ani S2D, ani Hyper-V Replica, a klaster kampusowy z grudnia 2025 roku pokazuje, że S2D w Windows Server jest dalej rozwijany.

Jak to działa w jednym obrazku

Klaster `hvclu01` to dwa serwery, z których każdy ma swoje dyski i swoje maszyny. S2D łączy dyski obu w pulę `S2D-Pula`, z której wykrojony jest wolumen `S2D-Dane` w lustrze dwukierunkowym: każdy blok danych leży raz na `hv01` i raz na `hv02`. Wolumen jest widoczny na obu serwerach pod tą samą ścieżką `C:\ClusterStorage`, więc maszyna może pracować na dowolnym z nich, a trzeci głos w sporach daje świadek na `bkp01`.


świadek
\\bkp01\hvclu01-swiadek
trzeci głos
sw01 i sw02
VLAN 10, zespół SET
klaster hvclu01 · 10.20.10.23
hv01 · 10.20.10.21
hv02 · 10.20.10.22
maszyny wirtualne
dc01, sql01, docker01
maszyny wirtualne
dc02, ora01, fs01
dyski lokalne
SSD cache + HDD
dyski lokalne
SSD cache + HDD
pula S2D-Pula
wspólna dla obu węzłów
wymiana danych: SMB, VLAN 11 i 12
lustro dwukierunkowe
wolumen CSV S2D-Dane
C:\ClusterStorage

Rysunek 2. Klaster hvclu01 w jednym obrazku: dwa hosty z maszynami i dyskami, wspólna pula i wolumen CSV, sieć przez sw01 i sw02 z zespołem SET oraz świadek na bkp01 (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Dlaczego Zielona

> **Z ŻYCIA WZIĘTE**
>
> Wtorek, 2:14 w nocy. Zabbix budzi nas alarmem o niedostępnym dysku na `hv02`, a rano okazuje się, że w puli `S2D-Pula` zostało niecałe 0,05 TB wolnego miejsca. Tomek pyta, czemu po prostu nie wyjmiemy zepsutego dysku i nie włożymy nowego, skoro mamy lustro. Pan Zbigniew, który akurat wchodzi do pokoju, pyta tylko, ile kosztuje „trochę więcej dysku” i czy da się to zrobić przed listopadem.

Zielona wybrała Hyper-V z S2D kilka lat temu z prostego powodu: licencja Datacenter i tak była potrzebna do uruchamiania wielu maszyn z Windows, a S2D zwalniało z kupowania macierzy. Dwa serwery z dyskami i dwa przełączniki 10G dały klaster, który przeżywa awarię jednego serwera. Nikt jednak nie zapisał zasady, że w puli musi zostać miejsce na naprawę, i z każdą nową maszyną wolumen rósł, aż zajął całą pulę.

Odpowiedź dla Tomka i pana Zbigniewa nie mieści się w jednym zdaniu. Trzeba zrozumieć, z czego składa się pula i ile miejsca potrzebuje naprawa, policzyć, ile brakuje, i wybrać jedną z kilku dróg: porządki, nowe dyski, trzeci serwer albo przejście na Windows Server 2025 z cienkimi wolumenami. Ta książka prowadzi przez każdą z nich, a decyzję podejmie autor razem z panem Zbigniewem.

Co wniosło i co zabrało

Wniosło	Zabrało albo utrudniło
wirtualizację w cenie licencji Windows Server, bez osobnego produktu	od 2019 roku nie ma darmowego Hyper-V Server, a S2D wymaga Datacenter
klaster z dwóch serwerów bez macierzy SAN	odpowiedzialność za magazyn spada na administratora Windows, który zwykle nie był magazynierem
migrację na żywo i aktualizacje bez przestoju	zależność od sieci: zły przełącznik albo VLAN zatrzymuje magazyn
jeden zestaw narzędzi: PowerShell, Menedżer klastra, Windows Admin Center	najnowsze pomysły trafiają najpierw do Azure Local, a do Windows Server z opóźnieniem
pulę, która rośnie po dołożeniu dysków albo serwera	pełną pulę, z której nie da się wyjąć dysku bez wolnego miejsca

Mity i sprostowania

Obiegowa wersja	Jak jest naprawdę
Hyper-V to Virtual PC dla serwerów.	Virtual PC i Virtual Server były programami w systemie hosta. Hyper-V jest hypervisorem, który startuje przed Windows.
S2D działa na każdym kontrolerze RAID.	Microsoft wymaga przekazywania dysków wprost (HBA albo RAID w trybie przejścia). RAID bez przejścia i macierze SAN nie są wspierane.
Lustro dwukierunkowe chroni przed każdą awarią.	Przeżywa jedną awarię naraz. Druga, zanim skończy się naprawa, może zabrać dane.
Skoro pula pokazuje wolne miejsce, mogę zabrać dysk.	Naprawa po wyjęciu dysku potrzebuje miejsca na nową kopię jego danych, a Microsoft zaleca rezerwę jednego dysku na serwer.
Azure Local zastąpił Windows Server.	To osobny produkt z tym samym fundamentem. Windows Server 2025 nadal ma Hyper-V i S2D z wieloletnim wsparciem.
Kasowanie plików na wolumenie zwalnia miejsce w puli.	Wolumen stały zajmuje w puli cały swój ślad od utworzenia. Miejsce wraca do puli samo tylko na wolumenach cienkich.

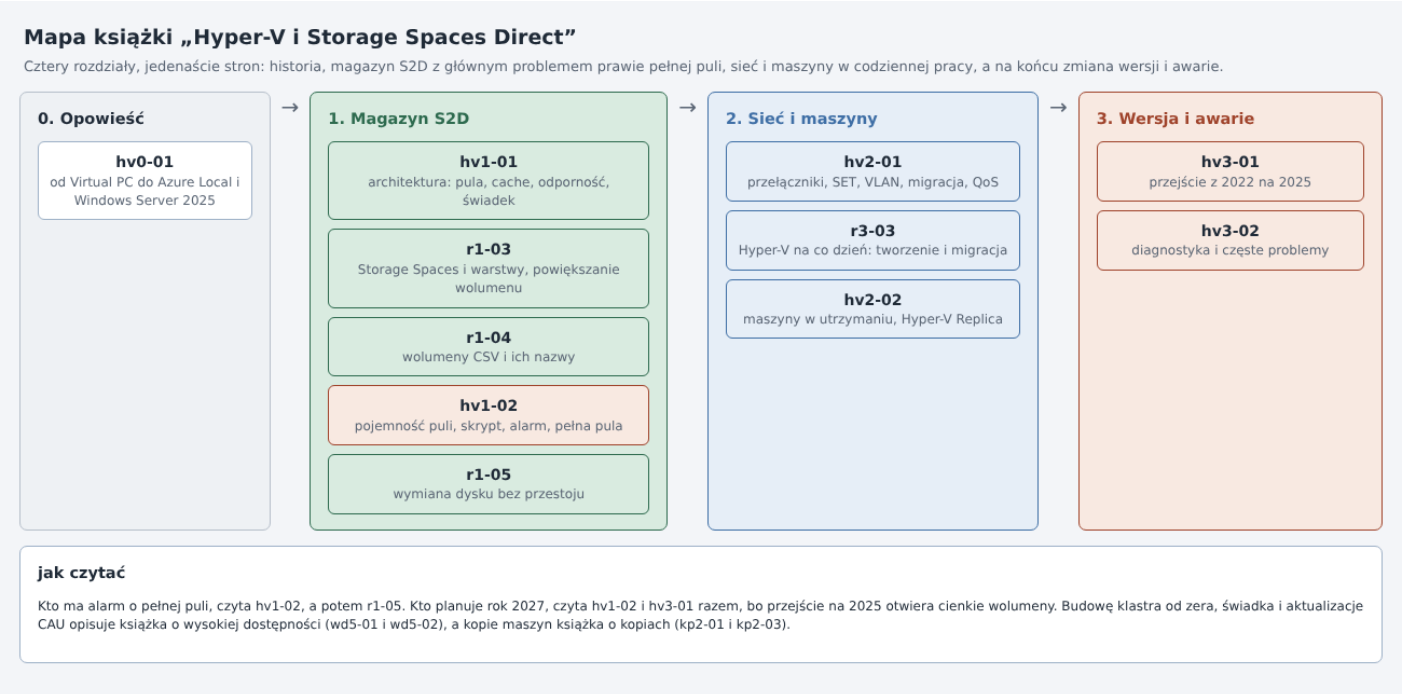
Oś czasu

Data	Wydarzenie
luty 2003	Microsoft kupuje Virtual PC od Connectix
13 września 2004	ogłoszenie dostępności Virtual Server 2005
3 kwietnia 2006	Virtual Server 2005 R2 Enterprise za darmo
27 lutego 2008	Windows Server 2008 z Hyper-V w wersji beta
26 czerwca 2008	gotowe wydanie Hyper-V przez Windows Update
1 października 2008	darmowy Hyper-V Server 2008
22 października 2009	Windows Server 2008 R2: migracja na żywo i CSV
4 września 2012	Windows Server 2012: Storage Spaces, Hyper-V Replica, VHDX
17 października 2013	Windows Server 2012 R2: warstwy, pamięć podręczna, generacja 2
12 października 2016	Windows Server 2016: Storage Spaces Direct i SET

Data	Wydarzenie
2 października 2018	Windows Server 2019: odporność zagnieżdżona, ostatni Hyper-V Server
2019	program Azure Stack HCI na Windows Server 2019
grudzień 2020	Azure Stack HCI 20H2 jako osobny system w subskrypcji
18 sierpnia 2021	Windows Server 2022: regulowane tempo naprawy puli
1 listopada 2024	Windows Server 2025
listopad 2024	Azure Local zamiast Azure Stack HCI (Ignite)
16 lipca 2025	Hotpatch dla Windows Server 2025 przez Azure Arc jako płatna usługa
grudzień 2025	klaster kampusowy S2D z poprawką KB5072033
1 września 2026	aktualizacja Windows Admin Center 2606
14 października 2026	koniec wsparcia podstawowego Windows Server 2022
9 września 2026	kompilacja podglądowa vNext 29659

Mapa tej książki

Książka ma jedenaście stron w czterech rozdziałach. Cztery z nich przenieśliśmy z książki o Windows (rozdziały System i Infrastruktura), a siedem napisaliśmy od nowa.



Rysunek 3. Mapa książki: opowieść, magazyn S2D z prawie pełną pulą jako głównym problemem, sieć i maszyny, a na końcu przejście na Windows Server 2025 i diagnostyka (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Strona	Na jakie pytanie odpowiada
Hyper-V i Storage Spaces Direct: od Virtual PC do Azure Local i Windows Server 2025	Skąd się wziął Hyper-V i S2D i dokąd zmierza
Architektura S2D: pula, pamięć podręczna, odporność, świadek i sieć magazynu	Z czego składa się pula, jak działa pamięć podręczna i która odporność do czego
Storage Spaces i warstwy magazynu (StorageTier)	Jak poprawnie powiększyć wolumen na puli
Wolumeny współdzielone klastra (CSV)	Czym jest CSV, skąd jego dwie nazwy i jak je zmienić
Pojemność puli S2D: jak ją policzyć, pilnować i co robić, gdy pula jest pełna	Ile miejsca mamy naprawdę, ile potrzebuje rezerwa i co robimy z pełną pulą
S2D: wymiana dysku bez przestoju, gdy pula jest prawie pełna	Jak wymienić dysk i co zrobić, gdy miejsca brakuje
Sieci Hyper-V: przełączniki wirtualne, SET, VLAN, sieci klastra, migracja na żywo i QoS	Którędy płynie ruch maszyn, magazynu i migracji
Hyper-V na co dzień: przełącznik, maszyny, punkty kontrolne i migracja	Jak założyć maszynę i przenieść ją między węzłami
Maszyny Hyper-V w utrzymaniu: generacje, punkty kontrolne, pamięć, eksport i Hyper-V Replica	Jak dbać o maszyny miesiącami i jak trzymać ich kopię w Swarzędzu
Przejście klastra z Windows Server 2022 na 2025: aktualizacja krocząca albo nowy klaster	Jak przejść na 2025 i co to daje pełnej puli
Diagnostyka Hyper-V i S2D: utracone dyski, zadania naprawy, CSV przekierowany i maszyny, które nie wstają	Co robimy, gdy klaster albo maszyna nie działa

Budowę klastra od zera, świadka i aktualizacje z CAU opisuje książka o wysokiej dostępności: Klaster Windows od zera: budowa, sieć, świadek i S2D i Klaster Windows w utrzymaniu: aktualizacje CAU, monitoring i problemy. Kopie maszyn opisują strony Serwery kopii bkp01 i bkp02: restic, kopia krzyżowa i niezmienność i Kopie hostów Dockera narzędziami do kopii: Veeam i odpowiedniki .

Nota metodyczna: czego nie wiemy

- Dnia ogłoszenia programu Azure Stack HCI w 2019 roku nie podajemy: artykuł RCP Magazine z 14 grudnia 2020 roku pisze o „zeszłym roku”, a adres artykułu wskazuje 26 marca 2019, czego sam tekst nie potwierdza.
- Wikipedia podaje dla gotowego Hyper-V dwie daty, 26 i 28 czerwca 2008 roku; zostajemy przy 26 czerwca z treści artykułu.
- Strony cyklu życia Microsoftu podają daty z godziną czasu pacyficznego (dla Windows Server 2022: 14 października 2026, 6:59:59), więc w praktyce wsparcie podstawowe skończyło się w nocy z 13 na 14 października 2026 roku czasu polskiego.
- Dnia zmiany nazwy Azure Stack HCI na Azure Local nie podaje strona Microsoftu; przyjmujemy konferencję Ignite w listopadzie 2024 roku według Directions on Microsoft z 19 listopada 2024 i wpisu Licensing School z 25 listopada 2024.
- Wikipedia nie wymienia Storage Spaces jako nowości Windows Server 2012 wprost; datę opieramy na opisie funkcji Windows 8 i Windows Server 2012, a warstwy i pamięć podręczną w 2012 R2 na tej samej stronie.
- Numeru najnowszego wydania Azure Local nie podajemy: dokumentacja używa oznaczeń z rokiem i miesiącem (na przykład 2606, 2607), ale nie znaleźliśmy oficjalnej listy wydań na październik 2026.

Źródła

Odczyt 19 października 2026.

Wirtualizacja przed Hyper-V i Hyper-V: en.wikipedia.org/wiki/Windows_Virtual_PC (zakup Connectix, luty 2003); en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Virtual_Server (13 września 2004, darmowa wersja R2 od 3 kwietnia 2006); en.wikipedia.org/wiki/Hyper-V (Viridian, 26 czerwca 2008, Hyper-V Server 2008 z 1 października 2008, nowości kolejnych wersji, Hyper-V Server 2019 jako ostatni); learn.microsoft.com, „What's New in Hyper-V in Windows Server 2008 R2” (migracja na żywo, CSV); en.wikipedia.org/wiki/Windows_Server (daty wydań 2008 do 2025, vNext); en.wikipedia.org/wiki/Features_new_to_Windows_8 (Storage Spaces, warstwy w 2012 R2).

Windows Server 2025: learn.microsoft.com/lifecycle/products/windows-server-2025 (1 listopada 2024, 9 października 2029, 10 października 2034); learn.microsoft.com, „What's new in Windows Server 2025” (aktualizacja 15 stycznia 2026: generacja 2, GPU-P, klastry bez domeny, cienkie wolumeny S2D, Network ATC, Credential Guard, rozliczenie przez Azure Arc); en.wikipedia.org/wiki/Windows_Server_2025 (kompilacja 26100); learn.microsoft.com, „Upgrade virtual machine version” (wersja 12.0, aktualizacja 30 czerwca 2025); learn.microsoft.com, „Cluster operating system rolling upgrade” (poziom funkcjonalny 12); learn.microsoft.com, „Compare

Windows Server editions” (S2D w Datacenter); microsoft.com/licensing/guidance/Windows-Server-2025 (rdzenie, Standard i Datacenter, rozliczenie za użycie); learn.microsoft.com, „Features removed or no longer developed” (aktualizacja 24 września 2025); licensingschool.co.uk, „Hotpatching for Windows Server 2025 GA” (18 lipca 2025, dostępność od 16 lipca 2025); learn.microsoft.com, „Create a Storage Spaces Direct campus cluster” (KB5072033, aktualizacja 2 czerwca 2026); techcommunity.microsoft.com, „Announcing Windows Server vNext Preview Build 29659” (9 września 2026); techcommunity.microsoft.com, „Windows Admin Center version 2606 is now generally available” (zmiana 16 września 2026) i „Virtualization Mode Public Preview 2” (czerwiec 2026); learn.microsoft.com/lifecycle/products/windows-server-2022 (14 października 2026 i 15 października 2031).

Azure Stack HCI i Azure Local: rcpmag.com, „Microsoft Launches Azure Stack HCI” (14 grudnia 2020); directionsonmicrosoft.com, „Microsoft Ignite 2024: What You Need to Know” (19 listopada 2024); licensingschool.co.uk, „Azure Local” (25 listopada 2024); learn.microsoft.com, „Azure Local FAQ” (synchronizacja co 30 dni, rozliczenie od rdzeni) i „System requirements for Azure Local” (1 do 64 maszyn, aktualizacja 25 czerwca 2026).

Ilustracje: wszystkie rysunki na tej stronie są własne, narysowane dla tej bazy.