

Western Digital.



INSTRUKCJA TECHNICZNA

# Nowe oblicze dysków HDD z technologią OptiNAND™

Przygotowana przez:  
Western Digital

## Wprowadzenie

Rozprzestrzenianie danych jest niczym galopujący koń, który wciąż przyspiesza. W ciągu następnych pięciu lat zostanie utworzonych dwa razy więcej danych niż od czasu pojawienia się cyfrowych pamięci masowych.<sup>1</sup> Ten wzrost napędzają nowe źródła, takie jak sztuczna inteligencja / uczenie maszynowe, technologia blockchain, czujniki, sieci 5G, samochody na stałe połączone z siecią i inne – a wraz z nimi idzie gwałtownie wzrastająca potrzeba na solidne, niezawodne magazyny danych. Nasi klienci ufają, że Western Digital pomoże im sprostać tej potrzebie.

Wiedza i pozycja lidera Western Digital w dziedzinie technologii oraz obszerna oferta wysokowydajnych dysków HDD oraz flash sprawiają, że jesteśmy wyjątkowo dobrze przygotowani do zaspokajania potrzeb odpowiednich klientów na dużą skalę. Poszerzamy teraz swoją bogatą ofertę o innowacyjne rozwiązanie stworzone od początku do końca przez Western Digital.



## Technologia OptiNAND™

Jeśli chodzi o ekonomiczne przechowywanie danych na dużą skalę, dyski twarde (HDD) nadal grają tu główną rolę. Organizacja IDC szacuje, że w roku 2025 dyski HDD będą stanowić aż 82%<sup>2</sup> pojemności sprzedawanej na rynku przedsiębiorstw. Wspieranie globalnego wzrostu ilości danych jest ściśle związane z inwestycjami w technologie HDD.

Firma Western Digital opracowała technologię OptiNAND™ dla dysków wyposażonych w pamięć flash, dzięki pionowej integracji naszej wiodącej pamięci NAND flash z naszymi światowej klasy dyskami HDD. OptiNAND integruje wbudowane dyski flash iNAND® w standardzie UFS z tradycyjnymi nośnikami z talerzami wirującymi, wprowadzając zarazem innowacyjne zmiany do algorytmów oprogramowania oraz układu SoC (system-on-a-chip). OptiNAND nie jest technologią hybrydową. Ta przeprojektowana architektura magazynowania danych łączy dwie podstawowe technologie Western Digital, aby zapewnić rozwiązanie, które otworzy drzwi nowym innowacjom, tworząc podstawy dla uzyskania większych pojemności oraz jeszcze lepszej wydajności i niezawodności w nadchodzących latach.

### Kolejna generacja dysków Western Digital wykorzystuje



OptiNAND

Technologię zapisu magnetycznego wspomaganego energią (EAMR)



Trójstopniowy siłownik (TSA)



HelioSeal®

Architektury dysków HDD zawierają obecnie taką ilość pamięci i mocy obliczeniowej, ile miały komputery osobiste z wczesnych lat 2000. Zanim powstała technologia OptiNAND, pamięci nieulotne w dyskach twardech były używane głównie do rozruchu komputera i przechowywania bardzo niewielkich ilości metadanych. W miarę postępu zaawansowania architektury magazynowania danych, dodanie pamięci flash stało się logicznym krokiem w hierarchii pamięci systemu. Pamięć flash jest teraz bardziej ekonomiczna niż pamięć dynamiczna (DRAM), posiadając trwałość danych niezależną od ilości cykli zasilania. Pamięć flash zapewnia też dostęp szybszy niż dysk, umożliwiając dokonanie obliczeń w odpowiednim czasie, podczas gdy dysk nie jest obciążony, mogąc wykonywać główne operacje.

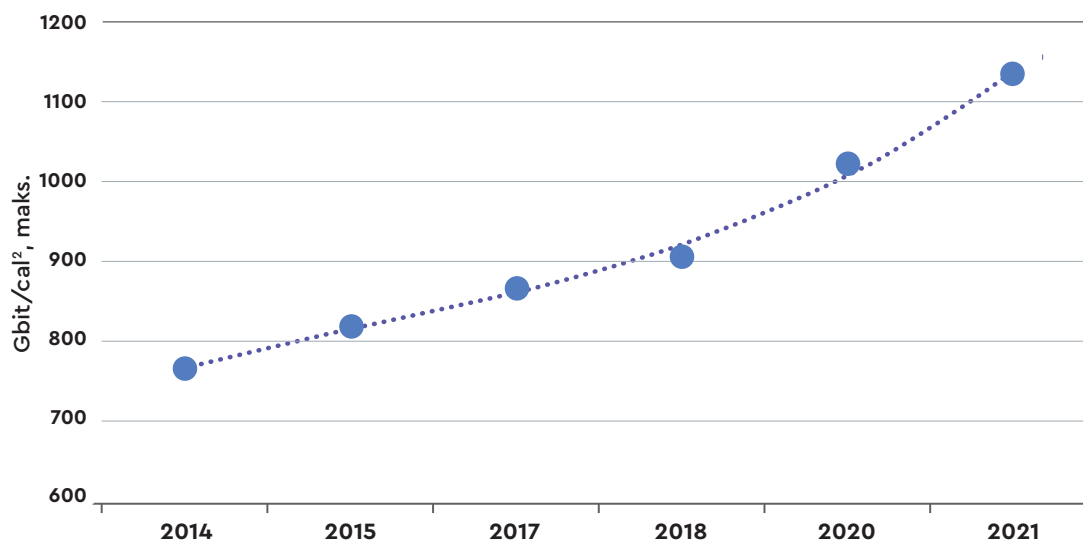
Hierarchia pamięci z obsługą OptiNAND wykorzystuje układ SoC dysku do sterowania komunikacją z wbudowanym dyskiem flash (EFD) iNAND. Z pomocą OptiNAND kluczowe funkcje operacyjno-porządkowe dysku mogą wykorzystać wzrost w zakresie możliwości metadanych. Może to obniżyć przyszłe zapotrzebowanie na DRAM, jak również umożliwić bardziej skomplikowanym mechanizmom osiągnięcie większych pojemności, oraz ulepszonej wydajności i niezawodności.



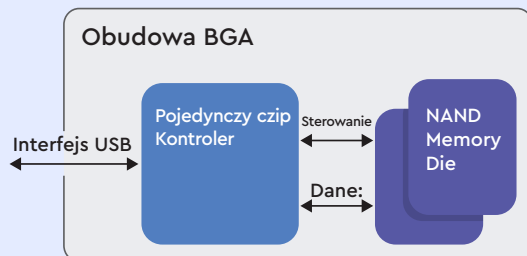
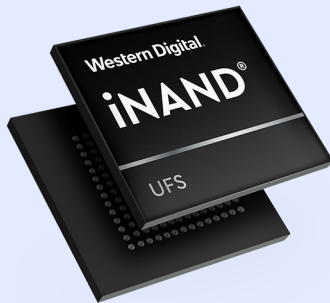
## Pojemność

OptiNAND, w połączeniu z technologią trójstopniowego siłownika (TSA), umożliwia zwiększenie gęstości powierzchni poprzez zwiększenie liczby ścieżek na cal (TPI), aby zapewnić jak największe pojemności. Dyski HDD generują gigabajty metadanych, które można wykorzystać w celu zwiększenia gęstości powierzchni. Te dane są zbyt obszerne, aby mogły być ekonomicznie utrzymywane w pamięci DRAM, natomiast ich odczyt na żądanie z dysku koliduje z wydajnością i głównymi operacjami dysku. OptiNAND oferuje przystępny cenowo magazyn danych i szybki dostęp do tych ogromnych ilości metadanych, które mogą być przechowywane i odczytywane w czasie rzeczywistym, zwalniając cenne miejsce na nośniku obrotowym na dane użytkownika.

### Gęstość powierzchni dysków HDD Western Digital



## Technologia iNAND Western Digital



Wbudowane dyski flash iNAND są zbudowane na sprawdzonej pamięci flash NAND 3D Western Digital i mogą być zoptymalizowane, aby dostarczyć właściwą kombinację cykli P/E, wydajność, retencję danych i wymagania dotyczące temperatury.

### Produkty iNAND składają się z:

- Jednokładowego sterownika zgodnego ze specyfikacją JEDEC
  - e.MMC 5.1, UFS 2.1, UFS 3.0, UFS 3.1
- Wielu kości NAND, zależnie od konfiguracji
- Jednej obudowy BGA

Pamięć flash NAND może przechowywać wielokrotną liczbę bitów na pojedynczej komórce NAND. Technologia Single Level Cell (SLC) przechowuje jeden bit na komórkę, natomiast Triple Level Cell (TLC) może przechowywać 3 bity na komórkę. SLC oferuje wyższą wydajność, większą liczbę cykli P/E oraz wyższy margines retencji danych w porównaniu do TLC, która umożliwi trzykrotnie większą pamięć masową na tej samej powierzchni niż w przypadku SLC. Technologia iNAND może oferować zarówno SLC dla operacji wymagających intensywnego zapisu, jak i TLC dla operacji wymagających intensywnego odczytu na tym samym urządzeniu.

Powtarzalne bicie (repeatable runout – RRO) to fragment błędu sygnału pozycji, który powtarza się w ciągu każdego obrotu wrzeciona dysku. Metadane RRO są generowane w fabryce podczas produkcji. We wcześniejszej generacji dysków HDD metadane RRO były przechowywane na dysku, podczas gdy OptiNAND przechowuje je w iNAND, zwalniając miejsce na dysku i jednocześnie umożliwiając szybszy dostęp do nich.

Operacje zapisu są utrwalane, aby zmniejszyć liczbę odświeżania sąsiednich ścieżek (ATI). We wcześniejszej generacji dysków HDD operacje zapisu były utrwalane na poziomie ścieżki, podczas gdy operacje odświeżania były wykonywane dla całych ścieżek. OptiNAND utrwalą operacje zapisu w iNAND na poziomie sektora. Metadane w tym przypadku są używane do odświeżania sektorów zamiast całych ścieżek. Eliminacja nadmiernych operacji odświeżania pozwala na gęstsze umiejscowienie ścieżek bez utraty wydajności.

Pierwsza generacja produktów z OptiNAND zapewnia największą jak do tej pory pojemność aż 20 TB<sup>3</sup> na 9-dyskowej platformie (2,2 TB na talerz) z zapisem danych w formacie CMR.

## Wydajność

Podczas wyłączenia awaryjnego (EPO) OptiNAND może opróżnić ponad 100 MB pamięci podręcznej zapisu do iNAND, podczas gdy dyski HDD wcześniejszej generacji mogły opróżnić tylko ok. 2 MB danych do szeregowej pamięci flash. Z pojemnością, która pozwala na przechowywanie ponad 100 MB danych podczas wyłączenia awaryjnego, losowa wydajność zapisu w trybie wyłączzonego zapisu pamięci podręcznej (write cache disabled – WCD) może zbliżyć się do tej przy włączonym trybie zapisu pamięci podręcznej (write cache enabled – WCE). W dodatku opóźnienie dysku zostało zmniejszone poprzez własną optymalizację oprogramowania układowego skupiającą się na wymaganii mniejszej liczby operacji odświeżania ATI i zmniejszając potrzebę na opróżnianie zapisu pamięci podręcznej w trybie WCE.

## Niezawodność

W razie wystąpienia wyłączenia awaryjnego OptiNAND może bezpiecznie opróżnić i zatrzymać prawie 50 razy większą ilość danych klienta niż dyski HDD wcześniejszej generacji, które opróżniały dane do DRAM. Technologia OptiNAND poszerzy również możliwości technologii ePMR (wspomagane energią PMR) na wiele generacji, umożliwiając klientom kontynuację czerpania korzyści ze sprawdzonej technologii zapisu.

Pionowa integracja Western Digital obejmuje produkcję dysków HDD oraz iNAND (używając NAND ze wspólnego przedsięwzięcia z Kioxia). Zapewnia to adekwatne dostarczanie zasobów i stabilne węzły flash. Wyjątkowe możliwości firmy Western Digital w zakresie projektowania, rozwoju i testów oraz modyfikacji wzbogaconych o pamięć flash dysków zapewniają klientom niezawodność dysku.

## Streszczenie

Firma Western Digital całkowicie przeobraziła oblicze dysków HDD technologią OptiNAND, która integruje wbudowane dyski flash iNAND z tradycyjnymi nośnikami z talerzami wirującymi i wprowadziła innowacyjne zmiany do oprogramowania układowego algorytmu i układu SoC. Te wzbogacone o pamięć flash dyski wykorzystują pionierską architekturę pamięci masowej, która łączy dwie podstawowe technologie Western Digital, aby zapewnić rozwiązanie, które otworzy drzwi nowym innowacjom, tworząc podstawy dla uzyskania większych pojemności oraz jeszcze lepszej wydajności i niezawodności w nadchodzących latach.

Technologia OptiNAND przekroczyła konwencjonalne granice pamięci masowej, wpisując się w dziedzictwo pierwszych w branży technologii Western Digital, takich jak EAMR, TSA i HelioSeal, umożliwiając klientom reagowanie na ogromny globalny wzrost liczby danych.

## Więcej informacji

[Technologia wspomaganej energią zapisu magnetycznego \(eAMR\) dla większych pojemności HDD](#)

[Niezbędne innowacje mechaniczne dla wiodących na rynku pojemności dysków](#)

### Słownik terminów NAND

**SLC: Technologia Single Level Cell** – jeden bit na jedną komórkę pamięci

**TLC: Technologia Triple Level Cell** – trzy bity na jedną komórkę pamięci

**Cykle P/E:** ile razy urządzenie NAND może być programowane oraz kasowane przy jednoczesnym zachowaniu jego wymogów retencji danych

**Wytrzymałość:** liczba cykli P/E określona dla danego urządzenia NAND

**Retencja danych:** okres czasu, w jakim urządzenie NAND zachowa zapisane na nim dane

### Słownik terminów HDD

**ATI: Dane interferencji sąsiednich ścieżek (adjacent track interference)** – interferencja spowodowana bliskością ścieżek zapisanych obok siebie na nośniku

**EPO: Wyłączenie awaryjne** – nagła utrata zasilania, podczas której moc zmagazynowana w dysku HDD podczas odwirowywania talerzy zostaje użyta do opróżnienia zawartości pamięci podręcznej do nieulotnej pamięci podręcznej w celu uniknięcia utraty danych

**RPO: Powtarzalne bicie** – fragment błędu sygnału pozycji, który powtarza się w ciągu każdego obrotu wrzeciona dysku; nieregularność ścieżki serwonapędu podczas jej zapisywania może być spowodowana różnymi zakłóceniami, lecz niektóre, pochodzące ze źródeł takich jak silnik wrzeciona, są powtarzalne

**TPI: Ścieżki na cal** – pomiar gęstości ścieżek na obracającym się talerzu w HDD

**ePMR: Wspomagane energią PMR** – technologia EAMR, która podczas operacji zapisu przykłada prąd elektryczny do głównego bieguna głowicy zapisującej

<sup>1</sup> Informacja prasowa IDC, 24 marca 2021 r.: „Tworzenie i powielanie danych będzie wzrastać szybciej niż zainstalowana pojemność pamięci masowej – wynika z prognoz IDC Global DataSphere i StorageSphere”

<sup>2</sup> Aktualizacja światowych prognoz organizacji IDC dotyczących dysków twardej HDD na lata 2021–2025 – dok. nr US47633120; oraz aktualizacja światowych prognoz organizacji IDC dotyczących dysków SSD na lata, 2021–2025, maj, 2021, dok. nr US46412021

<sup>3</sup> Jeden gigabajt (GB) = jeden miliard bajtów; jeden terabajt (TB) = jeden bilion bajtów. Rzeczywista pojemność pozostająca do dyspozycji użytkownika może być mniejsza i zależy od środowiska systemu operacyjnego.