

Potencjał cyfrowego bliźniaka – Tajnej broni wyższego poziomu



Przedmowa i spis treści

Prezesi firm na całym świecie coraz bardziej doceniają zastosowania technologii Digital Twin. W 2021 r. światowa branża Digital Twin była wyceniana na 6,5 miliarda dolarów, a do 2030 r. ma osiągnąć wartość 125,7 miliarda dolarów¹. A ponieważ liczba firm korzystających z cyfrowych bliźniaków wzrośnie w latach 2020-2022 o 40%², wiele osób uważa, że ta nowa technologia ma potencjał do kształtowania przyszłości ich organizacji.

W jaki sposób może ona zapewnić Twojej firmie przewagę konkurencyjną? Jakie oferuje możliwości w kontekście zwiększenia zdolności operacyjnych? I czy może przyczynić się do powtarzalnych sukcesów?

W tym e-booku piszemy o dotychczasowym rozwoju technologii Digital Twin. Poprosiliśmy kilku czołowych ekspertów z branży o omówienie wymiernych korzyści, przykładów zastosowań, a także prognozowanej przyszłości tej złożonej i mającej ogromny potencjał technologii.

Spis treści	Strony
Autorzy	3
Definicja cyfrowego bliźniaka	4-5
Rozwiązywanie problemów związanych z globalnym łańcuchem dostaw	6
Duża szczegółowość a wymagania wobec pamięci	7-8
Wszechstronne rozwiązanie zwiększające wydajność operacyjną	9
Optymalizacja, symulacja, prognozowanie: przykłady zastosowań w różnych branżach	10-11
Przyszłość technologii Digital Twin: większa integracja i szersze zastosowanie	12
Podsumowanie i informacje o firmie Kingston	13

Potencjał cyfrowego bliźniaka – Tajnej broni wyższego poziomu



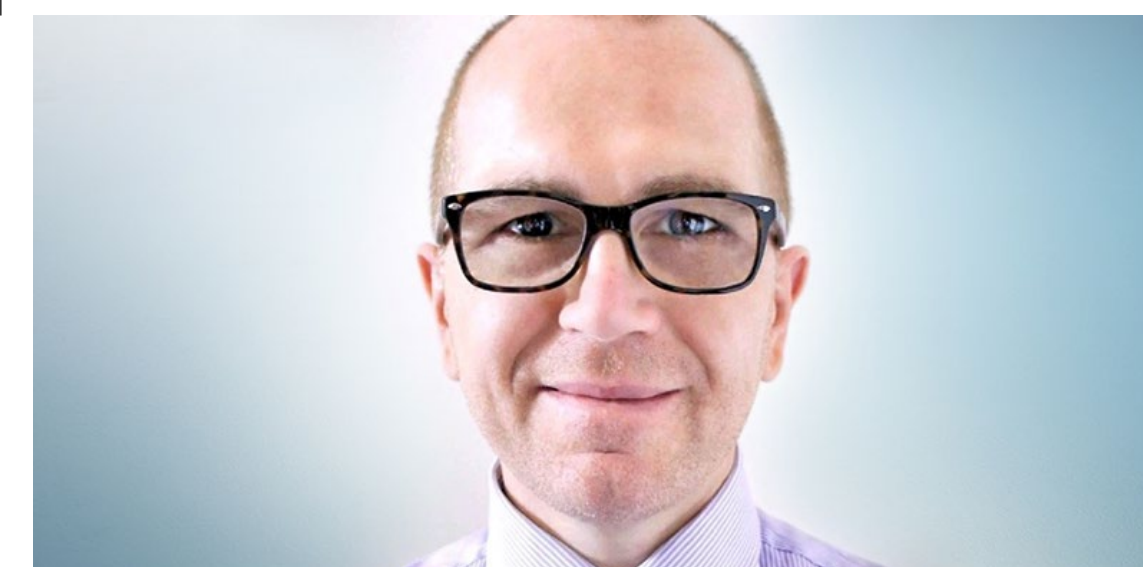
Autorzy

Autorami opracowania są dwaj branżowi eksperci w dziedzinie IT i nowych technologii.



Rafael Bloom

Rafael jest wysokiej klasy specjalistą w dziedzinie produktów technologicznych, komunikacji marketingowej i rozwoju biznesu. Jego praktyka doradcza koncentruje się na nowych wyzwaniach organizacyjnych, produktowych i komunikacyjnych, które są związane ze zmianami w technologii i prawie. Ta bardzo zróżnicowana praca wymaga specjalistycznej wiedzy w dziedzinie zarządzania informacjami i zapewnienia zgodności z przepisami w procesie projektowania, ochrony poufności danych i korzystania z nowych technologii, takich jak AdTech, technologia mobilna 5G czy systemy sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego.



Giuliano Liguori

Giuliano Liguori to otwarty, dynamiczny i odnoszący sukcesy lider w dziedzinie globalnych rozwiązań cyfrowych i innowacji, specjalizujący się w wykorzystaniu transformacji cyfrowej poprzez zastosowanie najlepszych strategii i technik zarządzania. Obecnie pełni funkcję dyrektora ds. informatycznych we włoskiej organizacji z sektora publicznego, jest członkiem zarządu CIO Club Italia (włoskie stowarzyszenie dyrektorów ds. informatycznych i menedżerów IT), a także profesjonalnym influencerem i ambasadorem marki w mediach społecznościowych. Współpracuje ze startupami, agencjami marketingu cyfrowego i przedsiębiorstwami na całym świecie.

Definicja cyfrowego bliźniaka



Trzeba przyznać, że pandemia ukształtowała wiele płaszczyzn, na których obcujemy z technologią. Czy jednak była katalizatorem popularyzacji technologii Digital Twin? W niektórych przypadkach mogło tak być, ponieważ organizacje poszukiwały nowych sposobów na działanie w zdalny i cyfrowy sposób. Jednak technologia Digital Twin jest wykorzystywana w różnych branżach już od wielu lat i zaczęto stosować ją na długo przed pandemią COVID-19.

Cyfrowe bliźniaki mają wiele zastosowań w różnych branżach, oferując możliwość pozyskiwania cennych danych na temat wytrzymałości i funkcjonalności produktów (a także ich ograniczeń) – a wszystko to bez fizycznego oddziaływania na prototypy. Kiedy przyszły sukces firmy wymaga mniejszej ilości odpadów, krótszego czasu wprowadzania produktów na rynek i wszechstronnych informacji o klientach, zastosowanie cyfrowych bliźniaków staje się jeszcze bardziej atrakcyjne.

Mimo że coraz częściej słyszymy ten termin, nadal jest to słowo-wytrych, które często nie jest jasno zdefiniowane. Bez tej jasności uzyskanie wiedzy o tym, jak i gdzie stosować technologię Digital Twin oraz co ważniejsze – jak maksymalnie wykorzystać jej potencjał, aby uzyskać przewagę – może być sporym wyzwaniem.

Zasadniczo cyfrowy bliźniak to cyfrowa replika fizycznego produktu, operacji, funkcji lub systemu, którą można wykorzystać do symulacji, prognozowania i optymalizacji. Jest to komputerowe odzwierciedlenie, która działa jako cyfrowy odpowiednik, replikując zgromadzone dane dotyczące tej fizycznej jednostki. Dane te mogą być wykorzystywane do tworzenia symulacji i precyzyjnego prognozowania działania procesu lub produktu. Są one generowane przez kilka głównych archetypów cyfrowych bliźniaków:

- ❑ bliźniak produktu, który odpowiada produktowi fizycznemu;
- ❑ bliźniak zakładu produkcyjnego, który może być repliką całego zakładu;
- ❑ bliźniak łańcucha zaopatrzenia i dostaw (inaczej bliźniak sieci);
- ❑ bliźniak infrastruktury, który może być cyfrową repliką lokalnych lub globalnych zasobów i procesów.



W wielu przypadkach sprzyjającym czynnikiem jest wdrożenie technologii 5G. Przykładem może być cyfrowy bliźniak zakładu produkcyjnego i zastosowanie czujników obsługujących funkcję łączności 5G, które umożliwiają monitorowanie działania w czasie rzeczywistym. Technologia 5G jest wdrażana od lat i można uznać, że jako stymulator odegrała większą rolę niż wiele innych czynników.

Rafael Bloom

Termin „cyfrowy bliźniak” jest również powszechnie kojarzony z technologią projektowania wspomaganego komputerowo (CAD) lub komputerowego wspomaganie wytwarzania (CAM). Choć cyfrowe bliźniaki mogą być wykorzystywane w połączeniu z oprogramowaniem CAD/CAM (zwłaszcza tym wykorzystywanym w przemyśle mechanicznym do projektowania komponentów), są to dwie różne rzeczy.

Istnieją pewne wyróżniające cechy, takie jak warstwa łączności między zasobem fizycznym a zasobem cyfrowym, które nie są obecne w systemach CAD/CAM. Ponadto oprogramowanie CAD/CAM jest wykorzystywane do projektowania i wytwarzania obiektów fizycznych, podczas gdy technologia Digital Twin służy do wirtualnego powielania i analizowania właściwości i zachowania obiektów fizycznych.



Cyfrowe bliźniaki można tworzyć w wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania i narzędzi, takich jak oprogramowanie do komputerowego wspomaganie prac inżynierskich (CAE) czy czujniki Internetu rzeczy (IoT), co zwykle obejmuje to takie procesy, jak pozyskiwanie danych, modelowanie i symulacja.

Giuliano Liguori

Rozwiązywanie problemów związanych z globalnym łańcuchem dostaw



Wielu ekspertów branżowych zgadza się, że obecne globalne problemy z łańcuchem dostaw pozwoliły „zabłysnąć” koncepcji cyfrowego bliźniaka, która pomogła dostrzec nieznane wcześniej wyzwania. Technologie Digital Twin można np. wykorzystywać do projektowania na nowo operacji w łańcuchu dostaw, aby pomóc organizacjom w lepszym zarządzaniu zasobami. Dzięki dostępowi do danych i symulacji w czasie rzeczywistym organizacje mogą zidentyfikować „wąskie gardła”, zwiększyć wydajność i ograniczyć marnotrawstwo. Cyfrowego bliźniaka można również wykorzystać do przewidywania i łagodzenia skutków potencjalnych zakłóceń w łańcuchu dostaw, spowodowanych np. przez pandemię COVID-19.

W niektórych przypadkach zastosowanie technologii Digital Twin w łańcuchu dostaw może również ujawnić nieznane wcześniej wyzwania, takie jak potrzeba lepszego zarządzania danymi lub wdrożenia nowych technologii. Jednak cyfrowy bliźniak to tylko jedno z wielu narzędzi, które można wykorzystać, aby sprostać tym wyzwaniom, a jego skuteczność będzie zależała od konkretnych potrzeb i możliwości organizacji.

Firma Kingston oferuje dyski SSD dla centrów danych, które nadążają za zapotrzebowaniem na nowe technologie. Zwiększając ich szybkość, pojemność

i niezawodność, wyposażyliśmy je w arsenał udoskonalonych funkcji, aby poprawić stabilność przy ekstremalnych szybkościach i wydajność tam, gdzie jest najbardziej potrzebna. Poprzez modernizację istniejących zasobów IT pomagamy naszym klientom uniknąć znaczącego wzrostu kosztów w przyszłości. Niezależnie od tego, czy chodzi o wdrożenie strategii Digital Twin, technologii 5G czy nowych rozwiązań AI, nasze dyski SSD klasy korporacyjnej potrafią sprostać wymagającym obciążeniom, zapewniając wymaganą trwałość i wydajność. Jednocześnie nasz zespół oferuje swoje umiejętności, wiedzę techniczną i bezpośrednie wsparcie niezbędne do osiągnięcia długofalowego sukcesu. support needed to ensure a successful outcome for the long run.



Tak, ten tok myślenia ma sens. Aby móc sprostać wyzwaniom, trzeba dysponować precyzyjnymi i kompleksowymi danymi w celu podejmowania świadomych decyzji. Więcej danych z różnych źródeł, gromadzonych przez dłuższy czas, z pewnością pozwala uzyskać pełniejszy obraz sytuacji.

Giuliano Liguori



Duża szczegółowość oznacza duże zapotrzebowanie na pamięć



“

Gromadzenie danych będzie obejmować więcej indywidualnych źródeł, bardziej szczegółowe dane pod względem ich precyzji, liczby punktów danych i częstotliwości ich gromadzenia, a jednocześnie będą one udostępniane większej liczbie użytkowników i innych interesariuszy.

Rafael Bloom

”

W opracowaniu z 2018 r. firma IDC przedstawiła prognozę mówiącą, że do 2025 r. na świecie będzie przechowywanych 175 zetabajtów (1 ZB = 1 miliard terabajtów) danych, co oznacza średnie tempo wzrostu na poziomie 27%³. Wydaje się, że jesteśmy na dobrej drodze do osiągnięcia lub przekroczenia tej wartości, a głównym czynnikiem, który na to wpływa jest przyspieszenie postępu technologicznego. Czy jednak ten znaczący wzrost jest związany z wykorzystaniem technologii Digital Twin, a jeśli tak, to jakie czynniki go stymulują?

Wymiary zużycia i przechowywania danych

Zacznijmy od przyjrzenia się, jak działanie w środowisku Digital Twin może wpływać na zużycie i przechowywanie danych. Cyfrowy bliźniak zwykle opiera się na danych z różnych źródeł, takich jak czujniki, symulacje i zapisy historyczne, aby stworzyć wirtualną replikę fizycznego

obiektu lub systemu. Kluczowe czynniki wzrostu mogą zależeć od określonych potrzeb i celów organizacji, takich jak szczegółowość lub dokładność symulacji.

Potrzeba monitorowania i analizowania większej liczby punktów danych

Kiedy cyfrowy bliźniak jest wykorzystywany do monitorowania i analizowania zachowania fizycznych obiektów lub systemów w czasie rzeczywistym, ilość gromadzonych i analizowanych danych zależy od liczby i rodzaju używanych czujników. Oczywiście im więcej punktów danych chce monitorować organizacja, tym więcej danych będzie zużywać i przechowywać.

Przechowywanie i analiza danych historycznych

Cyfrowego bliźniaka można również wykorzystywać do analizy danych historycznych w celu identyfikacji trendów, wzorców i możliwości udoskonalenia. Ilość przechowywanych i analizowanych danych historycznych będzie zależeć od konkretnych potrzeb i celów organizacji.

W jaki zatem sposób, biorąc pod uwagę aktualne wyzwania ekonomiczne, a także te związane z dostępnością sprzętu serwerowego, organizacje mogą osiągnąć sukces, wdrażając technologię Digital Twin?

Duża szczegółowość oznacza duże zapotrzebowanie na pamięć



[Dyski SSD firmy Kingston](#) dla centrów danych to jedno z rozwiązań stworzonych specjalnie z myślą o najbardziej wymagających obciążeniach. Nasze produkty mogą pomóc organizacjom w zarządzaniu i natychmiastowym dostępie do dużych ilości danych generowanych przez cyfrowego bliźniaka – zarówno w przypadku tradycyjnych baz danych, jak i w środowiskach typu big data.

Jeśli chodzi o pamięć, firma Kingston oferuje jedno z najszybszych dostępnych obecnie modułów pamięci DDR4. Jednocześnie nasza [pamięć DDR5 do serwerów](#) spełnia wymagania przyszłych obciążeń roboczych. Niezależnie od wybranego rozwiązania musi być ono w stanie sprostać dużym obciążeniom, typowym dla serwera w centrum danych, który wymaga dostępu do danych 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu.

Należy również brać pod uwagę wymagania dotyczące przechowywania, przetwarzania i przesyłania danych cyfrowego bliźniaka, a także wszelkie potencjalne ograniczenia istniejącej infrastruktury. Oto kilka kluczowych kwestii, które należy uwzględnić:

1. **Jasne uzasadnienie biznesowe:** Przed przystąpieniem do realizacji projektu cyfrowego bliźniaka ważne jest określenie jasnego uzasadnienia biznesowego i wyznaczenie konkretnych celów. Pomaga to upewnić się, że projekt jest zgodny

z potrzebami i priorytetami organizacji, a korzyści można dokładnie zmierzyć.

2. **Od małej do większej skali:** Często pomocne jest rozpoczęcie od projektu pilotażowego lub weryfikacji koncepcji w celu oceny wykonalności i wartości cyfrowego bliźniaka w określonym kontekście. Może to pomóc zidentyfikować ewentualne wyzwania lub ograniczenia i pozwolić organizacji udoskonalić swoje podejście przed wykorzystaniem cyfrowego bliźniaka na większą skalę.
3. **Zarządzanie i nadzór nad danymi:** Cyfrowy bliźniak opiera się na wykorzystaniu danych z różnych źródeł, dlatego ważne jest, aby określić, w jaki sposób będą one gromadzone, przechowywane i chronione. Określenie jasnych zasad i procedur zarządzania i nadzoru nad danymi może pomóc zapewnić, aby dane wykorzystywane przez cyfrowego bliźniaka były precyzyjne, wiarygodne i zgodne z odpowiednimi przepisami.
4. **Zaangażowanie interesariuszy:** Pracownicy, klienci i partnerzy zaangażowani w rozwój i korzystanie z cyfrowego bliźniaka mogą pomóc w zapewnieniu zgodności potrzeb i oczekiwań. Mogą także przyczynić się do tego, aby technologia była wykorzystywana w przejrzysty i odpowiedzialny sposób.

Ogólnie rzecz biorąc, wzrost zużycia i ilości przechowywanych danych w kontekście wykorzystania technologii Digital Twin zależy od konkretnych potrzeb i celów organizacji, a także od złożoności i skali samego cyfrowego bliźniaka.

Giuliano Liguori

Wszechstronne rozwiązanie zwiększające wydajność operacyjną



Z perspektywy operacyjnej cyfrowy bliźniak może być również wykorzystywany do zdalnego monitorowania i analizowania systemów fizycznych. Może być to szczególnie przydatne w sytuacjach, w których zapewnienie fizycznej obecności ludzi jest trudne lub niebezpieczne. Ponadto korzystanie z cyfrowego bliźniaka może pomóc organizacjom w zwiększeniu wydajności operacyjnej i podejmowaniu bardziej świadomych decyzji dzięki analizie danych i symulacji w czasie rzeczywistym. Podczas gdy technologia Digital Twin może być wykorzystywana w różnych branżach i sektorach, ma także potencjał do zastosowania w bardziej przekrojowy sposób w takich dziedzinach, jak:

Budownictwo:

- ❑ **Optymalizacja i zarządzanie projektami:** budynki, infrastruktura i inne obiekty fizyczne
- ❑ **Symulacja i optymalizacja:** przepływ osób i towarów w budynku
- ❑ **Przewidywanie i łagodzenie skutków:** wpływ klęsk żywiołowych na infrastrukturę

Handel detaliczny:

- ❑ **Optymalizacja projektów i działania:** sklepy fizyczne i centra dystrybucji, przepływ towarów w łańcuchu dostaw
- ❑ **Symulacja i optymalizacja:** układ sklepu w celu poprawy obsługi klienta
- ❑ **Przewidywanie i łagodzenie skutków:** zakłócenia w łańcuchu dostaw

Sektor publiczny:

- ❑ **Optymalizacja projektów i działania:** usługi publiczne i infrastruktura (drogi, szkoły, szpitale itp.)
- ❑ **Symulacja i optymalizacja:** natężenie ruchu na drogach
- ❑ **Przewidywanie i łagodzenie skutków:** wpływ klęsk żywiołowych na infrastrukturę krytyczną



Rzeczywiste problemy, które pomagają rozwiązywać cyfrowe bliźniaki, są wszędzie wokół nas. Weźmy np. zwykłe podłączenie komputera do Internetu – gdzieś tam jest dostawca usług, który obserwuje cyfrowego bliźniaka sieci IP, zarządzając ruchem, optymalizując przepustowość itd. Każda branża korzysta z zalet tego rozwiązania na wspólnej płaszczyźnie, jaką jest Internet.

Rafael Bloom

Optymalizacja, symulacja, prognozowanie: przykłady zastosowań w różnych branżach



Jeśli chodzi o konkretne przypadki zastosowań branżowych, istnieje wiele przykładów na to, jak technologia Digital Twin może pomóc w zapobieganiu kosztownym błędom, uzyskaniu przejrzystości zmieniających się wymagań i koordynacji harmonogramów, aby umożliwić terminową realizację projektu w ramach założonych kosztów.

Weźmy na przykład inżynierię lądową. Wiele projektów w tym sektorze zaczyna się od bardzo ambitnych założeń. Przykładem jest inwestycja Crossrail dla Transport for London (TFL) – jeden z największych projektów infrastrukturalnych realizowanych w Wielkiej Brytanii. Zbudowana w jego ramach za 18,7 mld funtów i łącząca 41 stacji⁴ linia Elizabeth Line o długości 118 km miała cyfrowego bliźniaka, który pozwolił rozwiązać problem rozproszenia zespołów i danych.

Obejmował on ponad 250 000 modeli⁴, tj. wszystko od żarówek po korytka kablowe, które zostały „zduplikowane” i oznaczone na podstawie informacji z bazy danych dotyczących fizycznych zasobów projektu Crossrail. Model 3D umożliwił kierownictwu inwestycji Crossrail monitorowanie realizacji projektu Elizabeth Line na różnych urządzeniach po rozpoczęciu prac budowlanych. Zastosowanie technologii Digital Twin w realizacji tak szeroko zakrojonego projektu (z określonymi

ograniczeniami budżetowymi) pozwoliło na zwiększenie efektywności działania.

Nie tylko zapewniło zainteresowanym stronom oszczędność czasu i pieniędzy, ale w praktyce oznaczało również, że pracownicy Crossrail mogli zobaczyć na tabletach, dzięki technologii rozszerzonej rzeczywistości (AR), układ instalacji telekomunikacyjnej, wodnej i elektrycznej. Było to możliwe w odniesieniu do dowolnej ściany lub podłogi stacji – bez potrzeby korzystania z map i potencjalnie nieaktualnych modeli.

“

Przy realizacji tego typu projektu współpracuje ze sobą tak wielu różnych interesariuszy, że naprawdę niezbędny jest jeden punkt odniesienia, aby zachować precyzję prac inżynierskich, zapewnić koordynację logistyczną oraz przewidzieć i uwzględnić wiele czynników, które mogą mieć wpływ na setki różnych zadań i efektów.

Giuliano Liguori

”



Optymalizacja, symulacja, prognozowanie: przykłady zastosowań w różnych branżach



Z punktu widzenia produkcji ostatnie badania pokazują, że wykorzystanie technologii Digital Twin może zwiększyć przychody o 10%, skrócić czas wprowadzenia produktu na rynek nawet o 50% i poprawić jakość produktu o 25%⁵. Innym przykładem zastosowania technologii Digital Twin jest działanie inteligentnych miast i zarządzanie nimi.

Przy tak znaczących korzyściach w środowisku budowlanym technologia ta może potencjalnie obniżyć koszty projektowania i budowy nawet o 35%. Kolejnym ważnym aspektem jest dbałość firm o ochronę środowiska. Najnowsze badania wykazały, że technologia Digital Twin może pomóc w monitorowaniu i zmniejszeniu o 50-100% emisji dwutlenku węgla, wspierając przejście na czystą energię⁶.

Przyjrzyjmy się innym ważnym zastosowaniom w różnych branżach:

Produkcja:

- ❑ **Optymalizacja projektów i działania:**
fabryki, linie produkcyjne i inne systemy produkcyjne
- ❑ **Symulacja i optymalizacja:**
przepływ materiałów i produktów przez zakład produkcyjny

- ❑ **Przewidywanie i łagodzenie skutków:**
potencjalne usterki i awarie maszyn

Energetyka:

- ❑ **Optymalizacja projektów i działania:**
elektrownie, farmy wiatrowe i inne obiekty energetyczne
- ❑ **Symulacja i optymalizacja:**
przepływ energii przez sieć energetyczną
- ❑ **Przewidywanie i łagodzenie skutków:**
awarie i ich konsekwencje

Opieka zdrowotna

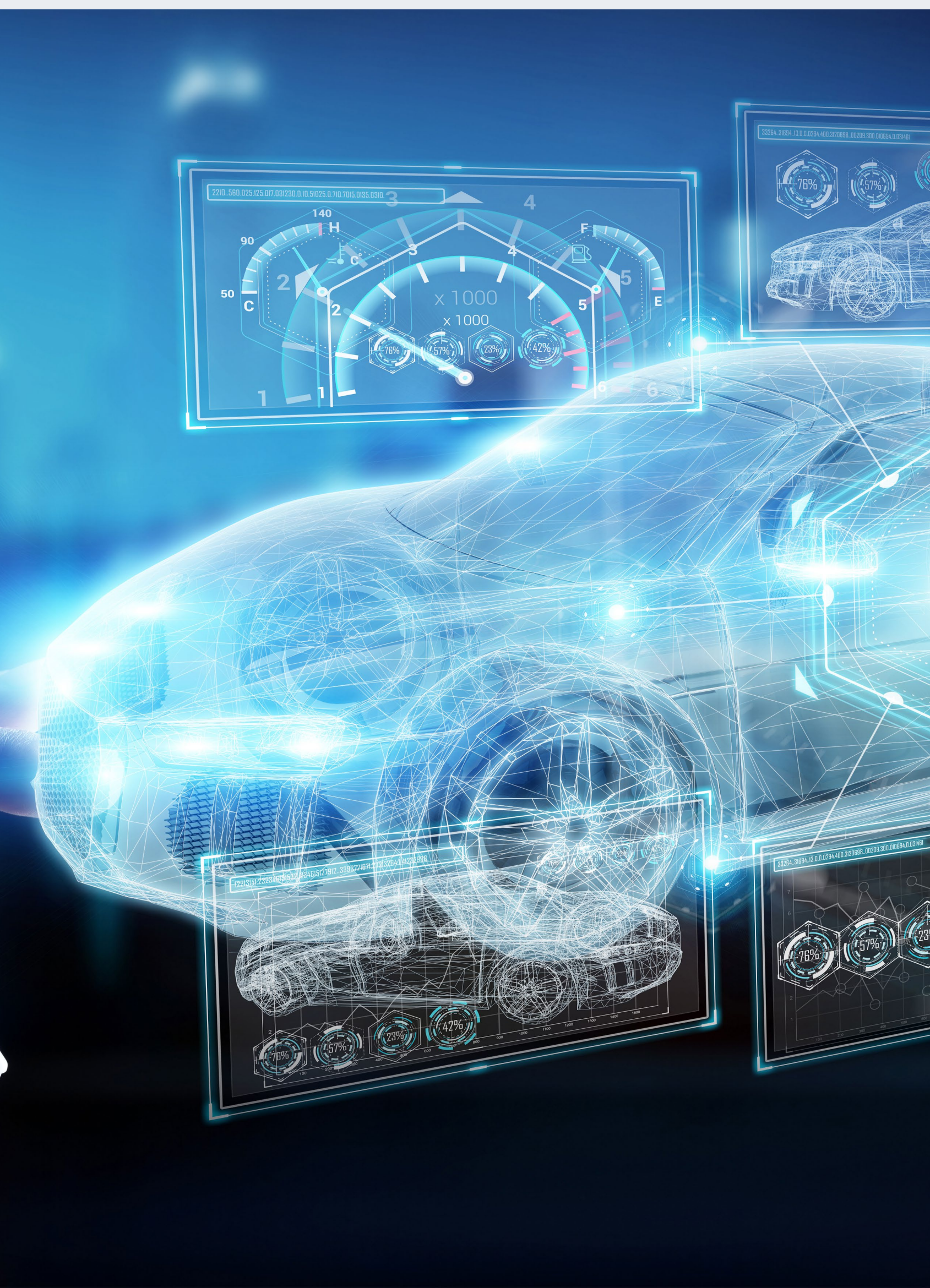
- ❑ **Optymalizacja projektów i działania:**
świadczenie opieki, redukcja kosztów i efekty leczenia pacjentów
- ❑ **Symulacja i optymalizacja:**
leczenie złożonych schorzeń, takich jak nowotwory i choroby serca
- ❑ **Przewidywanie i łagodzenie skutków:**
awarie sprzętu



Technologię Digital Twin można również wykorzystać do optymalizacji działania i utrzymania infrastruktury wodnej, takiej jak zbiorniki, rurociągi i oczyszczalnie ścieków. Innymi obszarami, oprócz inteligentnych miast, na które może mieć znaczący wpływ technologia Digital Twin, są produkcja, energetyka, opieka zdrowotna i transport.

Giuliano Liguori

Przyszłość technologii Digital Twin: większa integracja i szersze zastosowanie



“

Ogólnie rzecz biorąc, przyszłość technologii Digital Twin będzie prawdopodobnie stymulowana przez postęp technologiczny i zmieniające się potrzeby organizacji. Można oczekiwać, że w miarę rozwoju technologii będziemy mieć do czynienia z jeszcze bardziej innowacyjnymi i różnorodnymi zastosowaniami cyfrowych bliźniaków.

Giuliano Liguori

”

Choć technologia stale się rozwija, a potencjalne zastosowania są liczne, trudno jest przewidzieć przyszłość technologii Digital Twin. Prawdopodobnie jednak, w miarę jak technologia ta będzie stawać się coraz bardziej zaawansowana i dostępna, będzie w szerszym zakresie stosowana w różnych branżach i organizacjach.

Natomiast już teraz dostępna jest infrastruktura umożliwiająca działanie cyfrowych bliźniaków. Obecne rozwiązania w dziedzinie łączności są wystarczająco elastyczne, aby można było dostosować je do różnych potrzeb, a obecność technologii cyfrowych jest wszechobecna. Organizacje powinny jednak nadal inwestować w badania, aby rozwiązać problemy związane z przechowywaniem i wykorzystywaniem danych, a także znaleźć produkty, które będą najlepsze do realizacji ich celów biznesowych.

Właśnie w tym może pomóc im firma Kingston. Nasze potwierdzone doświadczenie, uznane metody działania i niekwestionowana pozycja lidera w branży sprawiają, że wykorzystanie naszych produktów do wsparcia zaawansowanych technologii, takich jak Digital Twin, jest mądrym wyborem. Od dużej pojemności po niezwykłą wytrzymałość, wydajność i niezrównaną ochronę danych – nasze rozwiązania pamięci i pamięci masowej zapewniają wszystko, co niezbędne do realizacji złożonych projektów technologicznych. Jednocześnie nasz zespół ekspertów oferuje wiedzę i zasoby niezbędne klientom do wyboru optymalnych rozwiązań pamięci i pamięci masowej.

“

Oczywiście czeka nas więcej innowacji, ale jest to również pochodną zmian i ewolucji w otoczeniu, gdy nowe rozwiązania pojawiają się w odpowiedzi na nowe wyzwania.

Rafael Bloom

”

Nie ma wątpliwości, że wykorzystanie technologii Digital Twin wykroczyło poza pierwotne założenia związane z projektowaniem i produkcją silników. Pewne jest również to, że dzięki niej firmy z różnych branż są obecnie w stanie projektować i tworzyć produkty z większą precyzją i przewidywalnością niż kiedykolwiek dotąd.

Właściwe wykorzystanie technologii Digital Twin może wyznaczyć nowy etap dla wielu organizacji, jednak to, w jakim zakresie i w jaki sposób będzie ona ewoluować, dopiero się okaże.

1. **Allied Market Research**
<https://www.alliedmarketresearch.com/digital-twin-market-A17185>
2. **Strategic Market Research**
<https://www.strategicmarketresearch.com/market-report/digital-twin-market>
3. **TechTarget**
<https://www.techtarget.com/searchstorage/feature/The-future-of-data-storage-must-handle-heavy-volume>
4. **Verdict.co.uk**
<https://www.verdict.co.uk/queen-elizabeths-digital-twin-the-technology-helping-crossrail-to-know-itself/>
5. **McKinsey**
<https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/digital-twins-the-art-of-the-possible-in-product-development-and-beyond>
6. **Fast Company ME**
<https://fastcompany.me.com/technology/why-does-a-smart-city-need-a-digital-twin/>



O firmie Kingston

Dzięki ponad 35-letniemu doświadczeniu firma Kingston oferuje wiedzę, elastyczność i ugruntowaną pozycję na rynku, które umożliwiają centrom danych i przedsiębiorstwom reagowanie na wyzwania i możliwości związane z rozwojem technologii Digital Twin, AI, 5G, IoT i przetwarzania brzegowego.