

AI i autonomiczna robotyzacja w 2026

Od optymalizacji danych do autonomicznych agentów

Seminarium dla Związku Pracodawców · 20 lipca 2026

Franciszek Kołpanowicz

Aleksander Kulesza-Milewski

NobleProg



Fundusze Europejskie
dla Dolnego Śląska



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



**DOLNY
ŚLĄSK**

Agenda

01

Zastosowania AI w branży
produkcyjnej (09:45-11:00)

02

Ekosystem Microsoft i Copilot
(11:10-11:55)

03

Przemysł 5.0 – AI na hali
produkcyjnej (12:10-14:00)

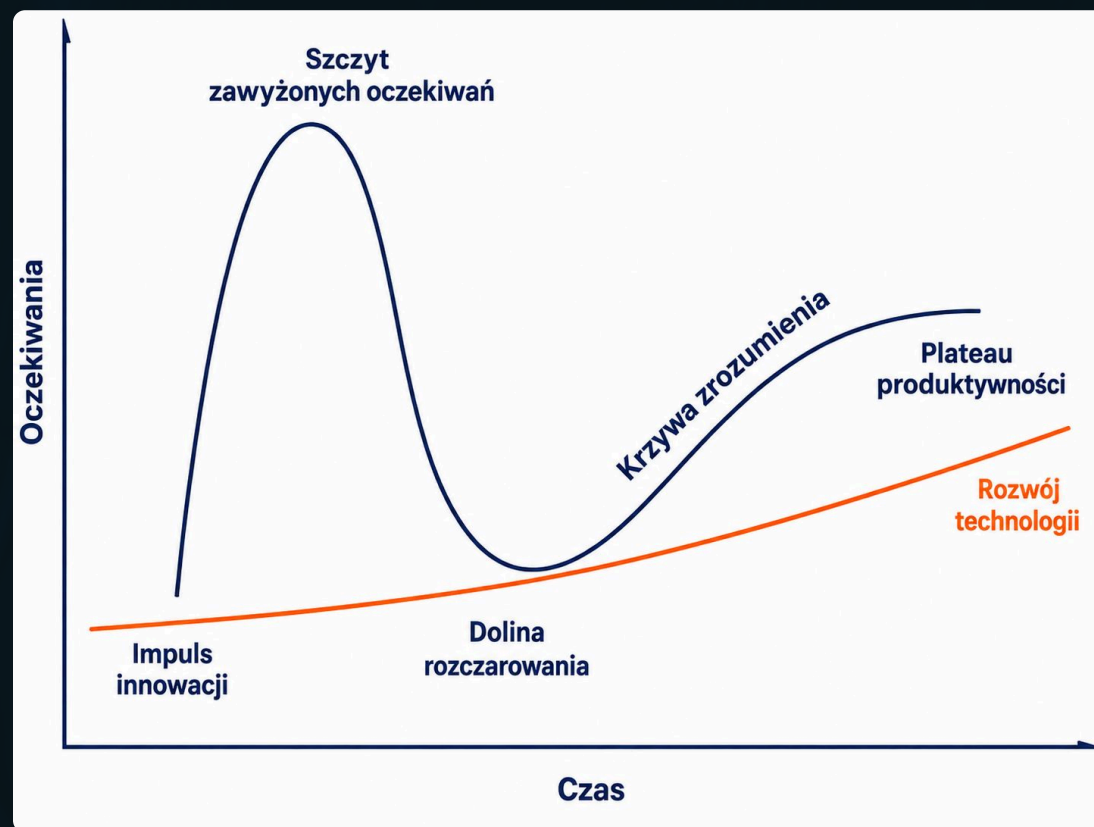
Przerwy:

- 11:00-11:10
- 11:55-12:10

Prawo Amary

„Mamy skłonność przeceniać wpływ technologii w krótkim okresie i nie doceniać go w długim.”

– Roy Amara, futurolog, Institute for the Future (tzw. Prawo Amary)



SEKCJA 1

Zastosowania AI w branży produkcyjnej

Agenda sekcji

- Najbardziej popularne modele LLM na rynku
- Ryzyka modeli LLM
- Najlepsze prompty na start
- Prezentacja narzędzi
 - ChatGPT / GPT-5 (OpenAI)
 - Gemini (Google)
 - Claude (Anthropic)
- Jak zdecydować o wyborze modelu?

Najbardziej popularne modele LLM i ich funkcje

Możliwości AI		Tak  Nie  Dostępne w tylko w płatnej wersji 			
	 ChatGPT	 Claude	 Gemini	 Grok	 perplexity
Codzienne sprawy					
Pisanie					
Programowanie					
Zaawansowane rozumowanie					
Deep research					
Wyszukiwarka					
Czat głosowy					
Generowanie obrazków					
Generowanie filmików	 		 	 	
Obsługa kamery					
Troubleshooting					

Możliwości modeli LLM

1. Praca z tekstem:
 - a. wyszukiwanie informacji,
 - b. podsumowywanie,
 - c. zmiana stylu,
 - d. wypełnianie formularzy i wzorów,
 - e. porównywanie dokumentów
2. Praca z technologią
 - a. wyszukiwanie rozwiązań technologicznych,
 - b. upraszczanie instrukcji,
 - c. tłumaczenie z języka technicznego na codzienny
3. Praca z biznesem
 - a. analiza danych,
 - b. zmiana tonu emaila,
 - c. tworzenie materiałów marketingowych,
 - d. opracowywanie strategii,
 - e. badanie rynku

AI jest technologią ogólnego zastosowania.

Ryzyka modeli LLM

1. Halucynacje
2. Stronniczość i pochlebność AI
3. Ryzyko finansowe – wzrost kosztów:
 - a. Subskrypcje: wzrost ceny Claude Code z 300 zł do 450 zł miesięcznie, z miesiąca na miesiąc
 - b. API: zmiana modelu płatności GitHub Copilot, z modelu subskrypcyjnego na rozliczenie według tokenów. Wielokrotny wzrost kosztów z miesiąca na miesiąc
4. Cyberbezpieczeństwo – wycieki danych przez użycie kont darmowych (Shadow AI)
5. Cyberbezpieczeństwo II – ogromny wzrost ataków cyberprzestępców
6. Awarie serwerów

Halucynacje AI: kiedy AI zmyśla?



Czym są halucynacje AI?

To sytuacja, gdy AI generuje informacje, które brzmią przekonująco, ale są fałszywe, zmyślane lub niezgodne z rzeczywistością.



Weryfikacja to podstawa

Pytaj AI o źródła i sprawdź je **dokładnie**. Nawet jeśli źródło istnieje, AI może dopasować jego treść „pod tezę”.



Rola zaawansowanych modeli

Modele myślące ograniczają ryzyko halucynacji dzięki lepszym algorytmom rozumowania w stosunku do wersji szybkich.



Rozwiązania dla precyzji

Jeśli potrzebujesz maksymalnego oparcia na źródłach, narzędzia Google NotebookLM lub Microsoft Copilot Notebooks to doskonałe narzędzia do wyszukiwania informacji z dostarczonych dokumentów.



Stronniczość AI w praktyce

1. Polityka czystego biurka – czym jest i czemu służy?
2. "Przekonaj mnie, że polityka czystego biurka nie ma sensu".
3. "Przekonaj mnie, że polityka czystego biurka ma sens".

Odpowiedzialność użytkownika AI: cztery kompetencje użytkownika AI w modelu 4D

Po angielsku	Po polsku	Co to znaczy
Delegation	Delegowanie	Co zrobię sam, a co zlecę AI. Wybór odpowiedniego narzędzia AI do zadania.
Description	Opisywanie	Jak precyzyjnie opisać AI, czego od niego oczekuję.
Discernment	Rozróżnianie	Krytyczna ocena tego, co AI zwróciło. Czy wynik jest dobry, czy do poprawy.
Diligence	Staranność	Wzięcie odpowiedzialności za końcowy efekt. Otwarte mówienie zespołowi i klientom, że pracowałeś z AI.

Cztery pytania do siebie:

1. Czy to dam AI? (Delegowanie)
2. Jak to opiszę? (Opisywanie)
3. Czy potrafię ocenić wynik? (Rozróżnianie)
4. Czy używam tego odpowiedzialnie? (Staranność)

Źródło: AI Fluency Framework (Anthropic, współautor prof. Rick Dakan). Publiczne podsumowanie:
<https://ringling.libguides.com/ai/framework>

Wspierające i hamujące rozwój użycia AI

„Jakże wygodnie jest być niepełnoletnim! Jeśli posiadam książkę, która zastępuje mi rozum, opiekuna duchownego, który zamiast mnie posiada sumienie, lekarza, który zamiast mnie ustala moją dietę – nie muszę sam się trudzić. Nie potrzebuję myśleć, jeśli tylko mogę za to zapłacić; inni już podejmą za mnie ten uciążliwy trud.”

— Immanuel Kant, *Odpowiedź na pytanie: czym jest oświecenie?* (1784)

Rozwijające

- zdobywanie wiedzy
- poznawanie innych perspektyw
- wskazywanie błędów poznawczych
- AI zadające pytania

Hamujące

- kopiowanie treści bez sprawdzania
- przypisywanie sobie autorstwa treści AI
- przyjmowanie komplementów od AI
- brak zastanowienia nad delegowaniem zadań



Najlepsze prompty na start: Twój zestaw narzędziowy

„Wyjaśnij mi to jak laikowi w temacie”

„Zadaj mi pytania, które pomogą ci rozwiązać ten problem”

„Jak możesz mi pomóc w tej sprawie?”

„Nie chodziło mi o to. Zrobiłeś X, a chodziło mi o Y. Popraw”

„Wyjaśnij mi, co w moim prompcie sprawiło, że wykonałeś zadanie w ten sposób. Co powinienem napisać, aby uzyskać ten wynik za pierwszym razem?”

„Napisz 5 wersji posta/treści/strategii marketingowej”

Prezentacja narzędzi AI

1. Gemini - nowa wersja strony internetowej KGHM Polska Miedź
2. ChatGPT - tryb głosowy, tłumacz na żywo
3. ChatGPT - deep research
4. Claude - analiza danych lokalnych
5. NotebookLM - analiza dokumentów przy ograniczonym ryzyku halucynacji
 - a. Wyniki grupy KGHM za 2025 rok na podstawie raportów
 - b. Instrukcje i przepisy związane z obsługą wózka widłowego
 - c. Zasady zakupów i przetargów w KGHM
6. NotebookLM - podcast audio

Microsoft Copilot – wady i zalety

Zalety

- najbardziej bezpieczne dane,
- dostępny w ramach wybranych planów Microsoft 365,
- łatwe połączenie z plikami OneDrive, pocztą oraz Teams,
- w wersji dodatkowo płatnej (cena zależna od planu) – pracuje bezpośrednio w aplikacjach Office.

Wady

- gorsze wyniki pracy z plikami Office niż inne modele,
- mniej inteligentny,
- częste błędy,
- słabsze generowanie obrazów,
- brak prostej integracji z aplikacjami spoza Office.

ChatGPT – wady i zalety

Zalety ✓

- najbardziej popularne rozwiązanie,
- bardzo silny model rozumowania,
- najlepszy tryb głosowy,
- możliwość połączenia z innymi aplikacjami przez konektory,
- wtyczka do Microsoft Excel oraz Google Sheets,
- silny tryb deep research.

Wady ✗

- niskie limity użycia w wersji darmowej,
- brak osobnej wtyczki do Microsoft Word,
- mniej naturalna integracja z Outlookiem i Microsoft Office,
- osobna licencja.

Gemini – wady i zalety

Zalety ✓

- duże limity w wersji darmowej,
- tworzenie asystentów w wersji darmowej,
- pełna integracja z narzędziami Google Workspace,
- bardzo silny model graficzny i wideo,
- zaawansowane tworzenie treści: infografiki, strony internetowe, podkasty audio, muzyka,
- wygodny tryb edycji tekstu,
- połączenie z NotebookLM.

Wady ✗

- brak integracji z aplikacjami poza Google Workspace,
- brak integracji z Microsoft Office,
- osobna licencja (dla użytkowników Microsoft Office).

Claude Cowork – wady i zalety

Zalety ✓

- praca z lokalnymi plikami,
- wieloetapowe automatyzacje,
- najbardziej naturalne połączenia z innymi aplikacjami,
- możliwość tworzenia przepływów obejmujących wiele aplikacji,
- bardzo mocny model do programowania,
- wtyczki do aplikacji Office.

Wady ✗

- częste awarie serwerów,
- niskie limity w płatnej subskrypcji,
- osobna licencja,
- obecnie bardziej odpowiednie dla małych firm i startupów,
- brak generacji obrazów.

Jak zdecydować o wyborze modelu? 5 pytań

1. Jak ważne jest bezpieczeństwo? Na co pozwalają nam umowy z klientami?
2. Czy konieczne będzie anonimizowanie lub pseudonimizowanie danych?
3. Jak rozwiązanie integruje się z naszym środowiskiem? Microsoft365 czy Google Workspace? CRM? Program do fakturowania?
4. Do jakich zadań będą wykorzystywane modele? Jak sprawują się w tych zadaniach, do których są przeznaczone?
5. Jak stabilna jest usługa?

WYBÓR MODELU AI DLA FIRMY

Decyzja w 4 pytaniach

Sekwencja pytań eliminacyjnych — pierwsze „TAK” wskazuje rekomendowany model. Jeśli żadne nie pasuje, wybierz opcję domyślną.

1

Firma pracuje głównie w Microsoft 365?

TAK →

Microsoft Copilot
Bezpieczeństwo i integracja z Office.

2

Firma osadzona w Google Workspace?

TAK →

Gemini
Integracja z Google, grafika i wideo.

3

Kluczowa automatyzacja, kod lub pliki lokalne?
Kultura startupowa lub mała firma

TAK →

Claude Cowork
Przepływy i programowanie.

4

Potrzeba uniwersalnego narzędzia
Jeśli żaden z powyższych modeli nie spełnia oczekiwań

DOMYŚLNIE →

ChatGPT
Wszechstronny, zaawansowana analiza.

SEKCJA 2

Ekosystem Microsoft i Copilot

Ekosystem Microsoft i Copilot — Agenda modułu

01

Copilot Chat na tle innych modeli językowych

02

Copilot w Microsoft Outlook

03

Copilot w Microsoft Word

04

Copilot w Microsoft Excel

05

Copilot w Microsoft PowerPoint

06

Copilot w Microsoft Teams

Copilot Chat na tle innych modeli AI



Logowanie kontem firmowym Microsoft

Bez zakładania osobnego konta AI.



Ochrona danych firmowych

Twoje pytania i pliki nie zasilają trenowania modelu.



Zgodność z politykami bezpieczeństwa

Zgodność z politykami bezpieczeństwa Microsoft 365.



Dobra obsługa pakietu Microsoft Office

Microsoft Word, Microsoft Excel i Microsoft PowerPoint.



Transkrypcja spotkań

Transkrypcja spotkań w Microsoft Teams.



Generowanie obrazów

Generowanie obrazów.



Wyszukiwanie informacji w internecie

Wyszukiwanie informacji w internecie.



Łatwy dostęp do zasobów firmowych

Łatwy dostęp do firmowych maili, kalendarza i plików.



AI bezpośrednio w aplikacjach Office

W wersji M365 Copilot: AI bezpośrednio w aplikacjach Office.

COPILOT W MICROSOFT WORD

Copilot w Microsoft Word — część 1

- 1 Szkic dokumentu na podstawie promptu
- 2 Pierwszy szkic na podstawie wskazanego pliku referencyjnego (np. szablonu)
- 3 Streszczenie długiego dokumentu do kilku akapitów
- 4 Skrócenie zaznaczonego fragmentu bez utraty sensu.

Copilot w Microsoft Word — część 2

- 1 Zmiana tonu tekstu
- 2 Wygenerowanie spisu treści i nagłówków z surowego tekstu
- 3 Odpowiedzi na pytania dotyczące treści dokumentu (np. „jakie ryzyka opisuje ta umowa”)
- 4 Uzupełnianie informacji na podstawie innych plików w OneDrive (M365 Copilot).

Copilot w Microsoft Excel — część 1

- 1 Pytania do danych w języku naturalnym (np. „Który region miał największy spadek w pierwszym kwartale?”),
- 2 Generowanie formuły z opisu
- 3 Wyjaśnienie skomplikowanej formuły prostym językiem
- 4 Tworzenie tabeli przestawnej na podstawie opisu tego, co chcesz zobaczyć.

Copilot w Microsoft Excel — część 2

- 1 Propozycja wykresu pasującego do danych plus jego generacja
- 2 Wykrycie wartości odstających, duplikatów i braków
- 3 Wstawienie nowej kolumny obliczeniowej na podstawie polecenia tekstowego
- 4 Sortowanie, filtrowanie i warunkowe formatowanie z komendy tekstowej

Copilot w Microsoft Outlook

- 1 Podsumowanie długiego wątku mailowego do kilku punktów
- 2 Wskazanie konkretnych ustaleń i decyzji w konwersacji
- 3 Szkic odpowiedzi w wybranym tonie
- 4 Wyciągnięcie zadania z maila i zaproponowanie wpisu do kalendarza
- 5 Ocena szkicu pod kątem tonu i jasności przed wysłaniem
- 6 Tłumaczenie maila przychodzącego lub wychodzącego na język obcy.

Copilot w Microsoft PowerPoint

- 1 Wygenerowanie prezentacji z polecenia lub istniejącego dokumentu Word
- 2 Dodanie nowego slajdu w istniejącej prezentacji
- 3 Generowanie notatek prelegenta do każdego slajdu
- 4 Streszczenie cudzej długiej prezentacji do kilku punktów
- 5 Zmiana układu zaznaczonego slajdu lub reorganizacja struktury prezentacji

Copilot w Microsoft Teams

- 1 Podsumowanie spotkania do kilku punktów z listą decyzji i zadań
- 2 Pytania do rozmowy w języku naturalnym (np. „jakie ryzyka padły na spotkaniu?” albo „jakie decyzje już podjęto?”)
- 3 Przygotowanie planu działania na podstawie konwersacji zespołu
- 4 Wskazanie pytań bez odpowiedzi po spotkaniu lub wątku na czacie
- 5 Pomoc w organizacji spotkań: tworzenie opisu, agendy i porządkowanie komunikacji.

Work IQ

Dzięki połączeniu Copilota z pozostałymi aplikacjami użytkownik ma do nich bezpośredni dostęp z czatu.

Przykłady promptów:

Podsumuj moje spotkania z Anną z zeszłego tygodnia i wypisz zadania.

Znajdź najnowszą wersję oferty dla klienta X i porównaj ją z ostatnim mailem, którego do niego wysłaliśmy.

Copilot w Microsoft 365 — podsumowanie

Copilot Chat

wyszukiwanie w internecie, analiza plików, generowanie obrazów, dostęp do maili i kalendarza, praca na plikach Microsoft Office.

Microsoft Outlook

oszczędność czasu na mailach: podsumowania wątków, szkice odpowiedzi, wyciąganie zadań i tłumaczenia.

Microsoft Word

szkice, streszczenia, zmiana tonu, spis treści i odpowiedzi na pytania o treść.

Microsoft Excel

pytania w języku naturalnym, tabele przestawne, wykresy, wykrywanie anomalii.

Microsoft PowerPoint

tworzenie prezentacji, notatki prelegenta, streszczenia cudzych prezentacji.

Microsoft Teams

podsumowania, listy decyzji i zadań, plany działania, pytania do transkrypcji.

Przykład agenta wspomagającego firmę produkcyjną

Demonstracja na żywo

Inne warte uwagi narzędzia AI

- NotebookLM,
- Fireflies,
- Wispr Flow,
- Gamma AI,
- ElevenLabs

SEKCJA 3

Przemysł 5.0

- Od Przemysłu 4.0 do 5.0,
- Coboty,
- Edge AI,
- AMR – autonomiczne roboty mobilne,
- Robotyzacja kognitywna,
- Systemy wizyjne,
- AI w BHP,
- Digital twins – cyfrowi bliźniacy,
- AR

Zanim zaczniemy: trzy pytania do sali

1

Kto mierzy OEE na przynajmniej jednej linii?

2

Kto ma w zakładzie maszynę starszą od siebie?

3

Kto miał na głowie gogle AR lub VR?

Zapamiętajcie odpowiedzi. Wrócimy do nich.

OEE – Overall Equipment Effectiveness: dostępność × wydajność × jakość.

Wszystkie rewolucje przemysłowe pracują dziś na jednej hali

- 1.0: para i ogień. 2.0: elektryczność i linia produkcyjna. 3.0: automatyka i komputery. 4.0: dane i integracja. 5.0: człowiek w centrum, wspierany przez AI.
- To nie epoki, które się kończą, lecz warstwy, które się nakładają: płynny metal i algorytm predykcyjny pracują dziś w tym samym zakładzie.
- Transformacja to nie wymiana fabryki. To dokładanie warstw tam, gdzie potrzeba jest największa.

Dziś: trzy najnowsze warstwy. Zmysły, pamięć i język fabryki.



Mapa na najbliższe dwie godziny

Fabryka zyskuje układ nerwowy:



Zmysły

systemy wizyjne — dostępność,
bezpieczeństwo i jakość.



Pamięć i wyobrażenia

cyfrowy bliźniak.



Język

rozszerzona rzeczywistość — dane
tam, gdzie pracuje człowiek.

Po drodze: jak odróżniać możliwości technologii od możliwości przygotowanego pokazu.

Przemysł 4.0 → 5.0: co się zmieniło

Przemysł 4.0

- Automatyzacja, dane i integracja maszyn
- druk 3d
- blockchain
- VR, AR
- cyberbezpieczeństwo

Przemysł 5.0

- Człowiek, odporność i zrównoważenie stają się równorzędnymi kryteriami projektowania przemysłu
- Maszyna ma wspierać człowieka i proces, nie tylko zastępować pracę.
- Cobot nie jest „z natury bezpieczny.” Bezpieczna albo niebezpieczna jest cała aplikacja

Raport z frontu: Physical AI w 2026 roku

- AI-native hardware: sprzęt projektowany od początku z myślą o modelach AI,
- Physical AI: modele połączone z sensorami i układem wykonawczym maszyny,
- Autonomiczna logistyka: od prostych wózków AGV po floty AMR działające w określonym środowisku operacyjnym,
- Eno od Genesis AI porusza się na kołach; pierwsze docelowe wdrożenia przemysłowe producent zapowiada na koniec 2026 roku.

Pytanie: co jest już produktem, a co dopiero obietnicą?



Robotyzacja, która działa od dekad

- Roboty najlepiej radzą sobie tam, gdzie znane są obiekty, pozycje, sekwencje i czasy.
- Robot przemysłowy może spawać, malować lub montować z wysoką powtarzalnością.
- AGV: porusza się po wyznaczonych trasach lub znacznikach.
- AMR: lokalizuje się i planuje przejazd w granicach określonego środowiska operacyjnego.

Zasada: im bardziej deterministyczny proces, tym łatwiejsza niezawodna automatyzacja.



AGV w praktyce: lekcje z hali

Wózki dowożą materiał na stanowiska na podstawie zleceń z systemu MES.

- Optyczne prowadzenie po kolorowych liniach może obsługiwać kilka tras i pozostaje czytelne dla ludzi,
- Zmiana trasy jest tania sprzętowo, ale wymaga weryfikacji logiki, oznakowania i warunków na hali,
- Ukryty koszt sensora to nie tylko zakup: to integracja, diagnostyka błędów, oprogramowanie i utrzymanie.



Czujniki: jeden tani czy fuzja kilku?

Kamera: dużo informacji o obiekcie, ale wrażliwość na światło, zabrudzenie i zasłonięcia.

LiDAR: precyzyjny pomiar geometrii; ograniczenia zależą m.in. od pyłu, pary i właściwości powierzchni.

Radar: większa odporność na część warunków środowiskowych, ale zwykle mniej informacji semantycznej.

Czujnik kontaktowy: tam, gdzie jest stosowany, stanowi warstwę ostatniej reakcji, nie „inteligencję” robota.

Dlatego dojrzałe systemy często łączą kilka źródeł danych.

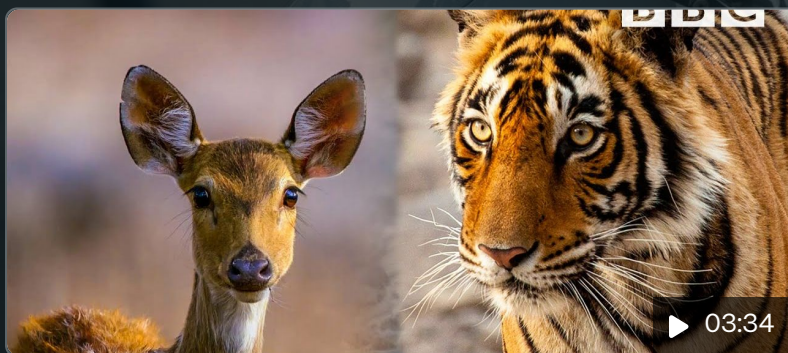


Dlaczego otwarty świat jest taki trudny

„Człowiek łączy wzrok, dotyk, propriocepcję, pamięć i wiedzę o skutkach działania. Robot musi jawnie estymować to, co dla nas jest intuicyjne:”

- granice i materiał obiektu,
- masę i środek ciężkości,
- siłę oraz punkt chwytu,
- zmiany otoczenia i zachowanie ludzi,
- konsekwencje błędnej decyzji.

„Zamknięte środowisko sprzyja automatyzacji. Otwarty świat pozostaje problemem badawczym.”



YouTube

Mother Nature has an incredible trick to help this tiger 🐅🐼 BBC

Subscribe and 🔔 to the BBC 👉 <https://bit.ly/BBCYouTubeSub> Watch the BBC first on iPlayer 👉 <https://bbc.in/iPlayer-Home> Mother Nature has an incredible trick up her...

▶ 03:34

Teleoperacja: narzędzie, nie wstydlivy sekret

- 1X jawnie opisuje Scheduled Expert Mode: ekspert może zdalnie wesprzeć trudniejsze zadanie robota NEO.
- W teście WSJ znacząca część demonstrowanych zadań NEO wymagała pomocy zdalnego operatora.
- Isaac 1 początkowo koncentruje się na praniu i porządkowaniu; producent dopuszcza sporadyczne zdalne interwencje.
- Na pokazach w Chinach dziennikarze rejestrowali operatorów sterujących robotami za pomocą kontrolerów trzymanyh poza pierwszym planem demonstracji.
- Teleoperacja pomaga wykonać zadanie i zbierać dane treningowe.

„Problemem nie jest udział człowieka. Problemem jest brak informacji o jego udziale.”



Jeden wyścig, dwie prawdy

Półmaraton robotów w Pekinie:

2025

- 21 robotów na starcie, 6 na mecie,
- operatorzy z kontrolerami przy maszynach, część prowadzona na smyczach,
- zwycięzca ukończył trasę w 2:40:42 po trzech wymianach baterii.

2026

- według organizatorów autonomiczny Lightning ukończył bieg w 50:26, w czasie krótszym niż ludzki rekord świata,
- skala: ponad 100 zespołów i ponad 300 robotów,
- maszyny zdalnie sterowane otrzymywały mnożnik czasu 1,2.

Ograniczenia pokazu i rzeczywisty postęp mogą być prawdziwe jednocześnie.



YouTube

Tech Week: Chińska telewizja, roboty i rozczarowania

Tym razem wystąpiłem w chińskiej telewizji. Z robotem. W restauracji. Sterowałem humanoidem i wsiadłem do drona pasażerskiego, który... no właśnie. Czy to już...

21:33



YouTube

Roboty pobiegły półmaraton w Pekinie. Byłem tam.

Pekin zorganizował pierwszy na świecie półmaraton z udziałem robotów humanoidalnych. Przyjrzałem się z bliska i... mam kilka wniosków. Czy roboty biegają...

17:00



YouTube

Robot pobił rekord świata. Coś tu nie gra.

Wpadnij po kawę, przypinkę lub ciuch: <https://znosne.pl> Newsy bez clickbaitu i AI: <https://znosnenewsy.pl> W Chinach po raz drugi odbył się półmaraton, w którym robot...

09:19

Dlaczego więc to pokazują? Ekonomia obietnicy

- Rozwój robotyki otwartego świata wymaga ogromnego kapitału i wieloletnich prac,
- Pokaz technologiczny przypomina trailer gry: demonstruje kierunek i buduje zainteresowanie, zanim gotowy jest cały produkt,
- Dobrze zaprojektowane demo może potwierdzać konkretną zdolność, ale nie dowodzi ogólnej autonomii,
- Moja ocena po latach wdrożeń: jesteśmy bliżej początku tej drogi niż połowy.

„Nie da się uczciwie wyrazić drogi do „pełnej autonomii” jednym procentem.”

Pięć pytań: demo czy wdrożenie?

- 1 czy środowisko było naturalne, czy przygotowane pod pokaz?
- 2 jaki był udział teleoperacji, znaczników i procedur pomocniczych?
- 3 jaki jest MTBF, czas między awariami w realnej pracy?
- 4 ile kosztuje godzina pracy systemu wraz z integracją i utrzymaniem?
- 5 czy istnieją referencyjne wdrożenia produkcyjne, które można zweryfikować?

Brak odpowiedzi nie przekreśla technologii. Oznacza potrzebę pilotażu i dokładniejszej oceny ryzyka.



Kontrapunkt: Pareto zamiast humanoida

Automatyczna szafa narzędziowa.

- Analiza danych ujawniła, że niewielka liczba powtarzalnych typów zdarzeń odpowiadała za dużą część obciążenia,
- Rozwiązaniem okazał się prosty automat wydający, skan zlecenia i predykcyjne uzupełnianie narzędzi
- Największy efekt nie zawsze wymaga najbardziej widowiskowej technologii.

„Najpierw usuń powtarzalne źródło straty. Dopiero potem kupuj robota.”



Fabryka, która widzi

„Camera-as-a-Sensor: monitoring może być dodatkowym źródłem danych o produkcji, szczególnie tam, gdzie maszyna nie udostępnia nowoczesnego interfejsu.”

- bez ingerencji w układ sterowania,
- ale z koniecznością integracji danych, sieci i procesu reakcji,
- z ograniczeniami wynikającymi z kąta widzenia, światła, jakości obrazu i zasłoneń.

1

Detekcja

2

Śledzenie

3

Klasyfikacja stanów

4

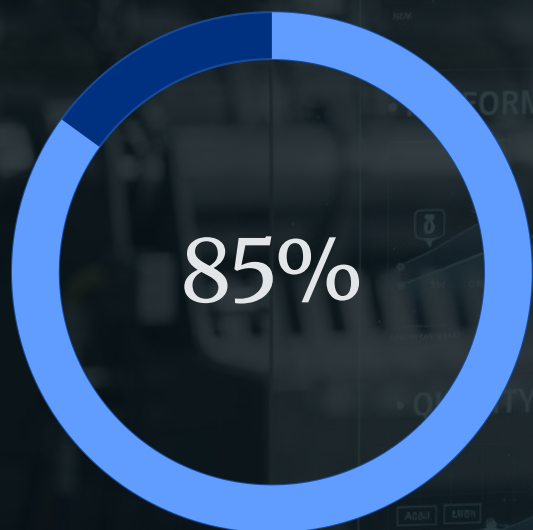
Wskaźniki



OEE w 60 sekund i „ukryta fabryka”

$$OEE = Dostępność \times Wydajność \times Jakość$$

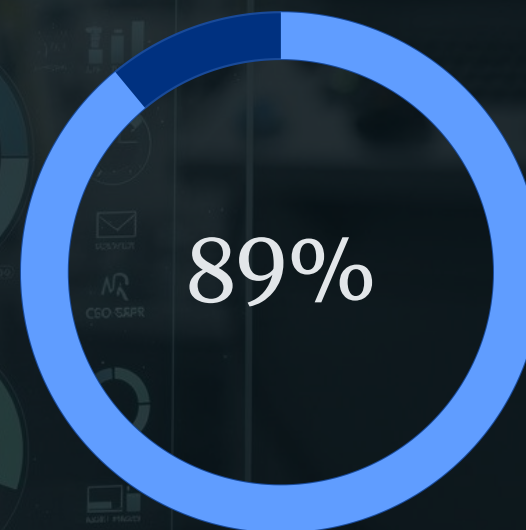
- 85% bywa nazywane poziomem światowym w produkcji dyskretniej, ale nie jest uniwersalną normą.
- Wideo może pomóc mierzyć dostępność i wydajność; pełne OEE wymaga również danych o jakości i cyklu idealnym.
- W badaniu opartym na 420 godzinach nagrań osiągnięto 96% trafności identyfikacji zajętości stanowisk i F1 89% dla ich stanu.



Poziom światowy (nie uniwersalna norma)



Trafność identyfikacji zajętości stanowisk



F1 dla stanu stanowisk

To dowód możliwości monitoringu, nie obietnica określonego wzrostu OEE.

Ewolucja monitoringu: od czujnika do obrazu

01

Wdrożyliśmy: czujnik prądu przekazujący do MES obiektywną informację „pracuje/stoi”.

02

Ograniczenie: wiemy, ile trwał postój, ale nie zawsze znamy jego przyczyny.

03

Rozważany kolejny etap: zapis obrazu wokół zdarzenia zatrzymania i klasyfikacja widocznego zdarzenia przez model wizyjny lub multimodalny.

04

Możliwy kierunek rozwoju: połączenie klasyfikacji z danymi MES i automatyczne uruchomienie procesu logistycznego.

Detekcja zdarzenia nie jest jeszcze diagnozą przyczyny.



Metodologia, nie magia

Analiza dwutorowa:

01

materiał wideo i relacje pracowników są najpierw analizowane oddzielnie,

02

następnie wyniki są porównywane i uzgadniane,

03

rozbieżności stają się źródłem pytań, a nie automatycznie „błędem człowieka”.

Największa bariera, jaką znam z wdrożeń: „zawsze tak było”. Ludzie nie zgłaszają problemu, który znormalizowali.

Kamera daje dodatkowy kanał dowodowy, ale ma własne ograniczenia: kąt, światło, zasłonięcia, retencję i założenia modelu.



BHP: od klatki do dynamicznej strefy

- klasyka: wygrodzenie, kurtyna lub skaner i decyzja „jedź albo stop”,
- SSM Speed and Separation Monitoring, może zmniejszać prędkość robota wraz ze skracaniem dystansu do człowieka. Jak dobry kierowca zbliżający się do przejścia: im mniejszy margines, tym mniejsza prędkość; po osiągnięciu progu bezpieczeństwa – stop.
- Progi, pomiary i reakcje muszą wynikać z oceny ryzyka oraz architektury bezpieczeństwa całej aplikacji.
- ISO 10218:2025 obejmuje wymagania dla robotów i ich integracji; do nowej edycji włączono większość wymagań dawnego ISO/TS 15066. Współpraca człowiek–robot przestała być dodatkiem – weszła do głównego standardu.



Rozróżnienie, które ratuje życie i budżet

Funkcja bezpieczeństwa $\neq$ typowa analityka AI

Analityka AI

- Zwykła kamera z siecią neuronową nie może samodzielnie realizować certyfikowanej funkcji bezpieczeństwa.
- Analityka AI może wspierać prewencję, statystykę near-miss i wykrywanie braków wyposażenia ochronnego.

Funkcja safety

- Funkcja safety wymaga zweryfikowanej architektury i odpowiedniego poziomu PL lub SIL.
- Certyfikowany system wizyjny może być częścią takiej architektury.

„Nie wolno mylić warstwy analitycznej z warstwą gwarantującą zatrzymanie.”





Zero Defect: precyzja jest systemem

Nie wystarczy „lepszy algorytm.” Liczy się cały tor:

optyka i rozdzielczość dla danego pola widzenia,

kontrolowane oświetlenie i czas ekspozycji,

synchronizacja z ruchem procesu,

kalibracja, odrzut detalu i decyzja na brzegu,

monitoring dryfu oraz fałszywych alarmów.

"Uczenie na dobrych sztukach może wspierać detekcję anomalii, ale nie gwarantuje wykrycia każdego nowego typu wady."

AR i cyfrowy bliźniak: porządek pojęć

Model 3D

Cyfrowa geometria obiektu.

Symulacja

Model zachowania procesu w zadanych warunkach.

Cyfrowy bliźniak

Zsynchronizowany model konkretnego obiektu lub procesu.

AR

Cyfrowa informacja nałożona na obraz świata rzeczywistego.

MR

Interakcja treści cyfrowej z przestrzenią i obiektami fizycznymi.

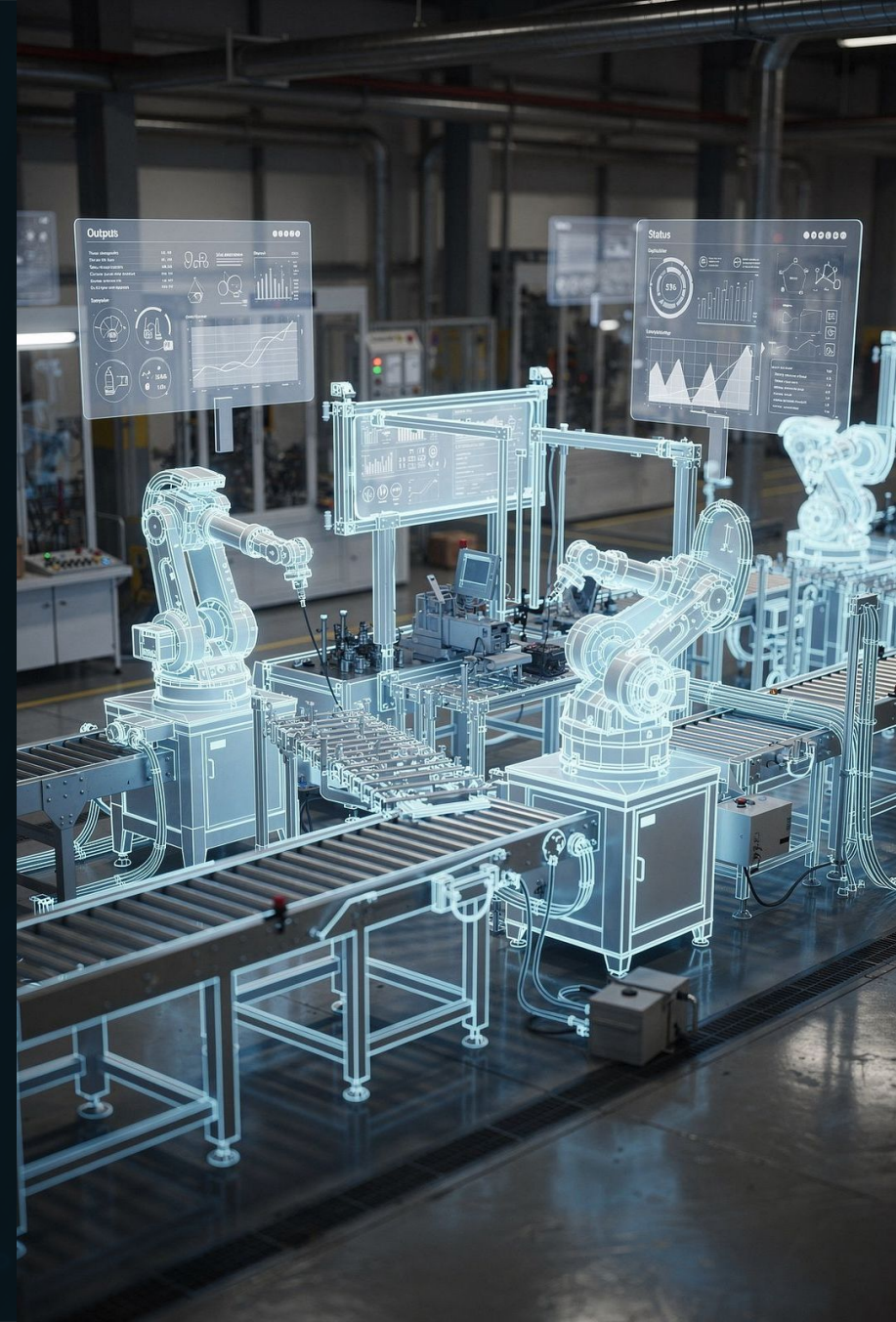
Zależnie od dojrzałości bliźniak może wspierać opis, diagnostykę, prognozowanie i optymalizację.



Industrial metaverse: stan gry 2026

- Siemens i NVIDIA rozwijają środowiska łączące modele, symulację i dane przemysłowe,
- Digital Twin Composer ma ułatwiać budowę złożonych środowisk bliźniaków cyfrowych,
- BMW wykorzystuje wirtualne planowanie fabryk i procesów przed zmianami w świecie fizycznym,
- Produkcja HoloLens 2 zakończyła się w 2024 roku; rynek urządzeń przesuwa się w stronę bardziej wyspecjalizowanych zastosowań.

„Kupujcie rozwiązanie problemu i platformę programową, nie sam efektowny sprzęt.”



Remote Assist i dane przy maszynie

„Modelowy scenariusz:”

01

technik widzi przy urządzeniu aktualne parametry i instrukcję,

02

zdalny ekspert obserwuje ten sam obraz i wskazuje kolejne czynności,

03

organizacja porównuje koszt oraz czas sesji z kosztem podróży i przestoju.

Warunki brzegowe: łączność, ergonomia, cyberbezpieczeństwo oraz możliwość pracy offline lub na brzegu sieci.

„Z własnego podwórka: edukacyjna gra VR do szkoleń z instalacji elektrycznych, kontrolowane i powtarzalne środowisko ćwiczenia błędów bez fizycznego zagrożenia.”



Jak wejść głębiej: trzy ścieżki

Aby skutecznie wdrażać nowe rozwiązania i pogłębiać ich zastosowanie, proponujemy trzy ścieżki działania:

01

Audyt strat: mierzalny problem, dostępne dane i właściciel procesu.

02

Pilotaż 8–12 tygodni: linia bazowa, kryteria sukcesu oraz decyzja „skalujemy albo zamykamy.”

03

Kontrolowane środowisko testowe: współpraca z zaufanymi dostawcami na zasadach chroniących dane, bezpieczeństwo i własność intelektualną.

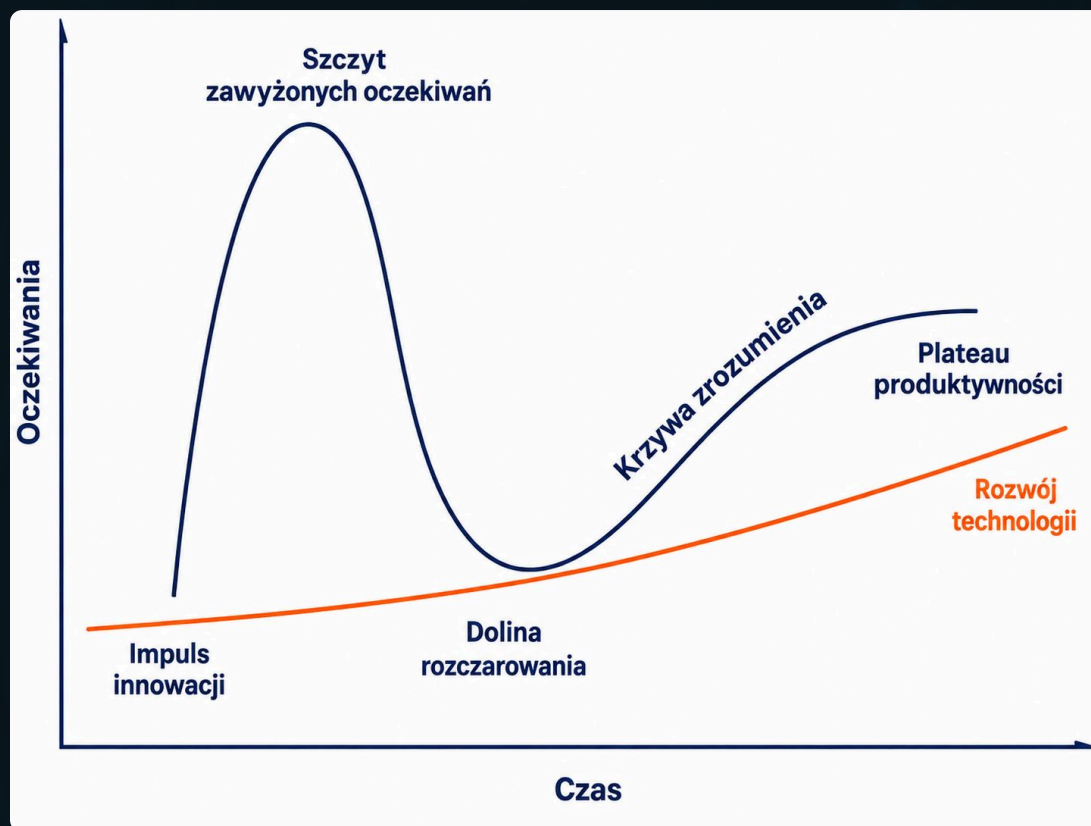
Inspiracją dla trzeciej ścieżki mogą być mechanizmy Bravel i Dataroom – nie system DELTA. Model dla przemysłu trzeba jednak zaprojektować od podstaw.



Prawo Amary 2.0, bo cyferki są głównie symboliczne

„Mamy skłonność przeceniać wpływ technologii w krótkim okresie i nie doceniać go w długim.”

– Roy Amara, futurolog, Institute for the Future (tzw. Prawo Amary)



Miedź jest metalem tej transformacji

„Bez miedzi nie ma serwerów, sensorów ani robotów.”

„Pytanie brzmi: czy przemysł, który umożliwia transformację cyfrową, będzie również jej pełnym beneficjentem?”

Technologie już są.

Krajobraz znacie.

Pierwszy krok jest po Waszej
stronie.

Dziękujemy

Franciszek Kołpanowicz

Aleksander Kulesza-Milewski

NobleProg