

tec news

HARTING'S Technology Magazine



AUTOMA- TYZACJA POTRZE- BUJE INTE- LIGENCJI

Aby rozwijać All Electric Society, automatyzacja i autonomia wymagają inteligencji kognitywnej.

SPOJRZENIE
W PRZYSZŁOŚĆ
INTELIGENCJI
PRZEMYSŁOWEJ

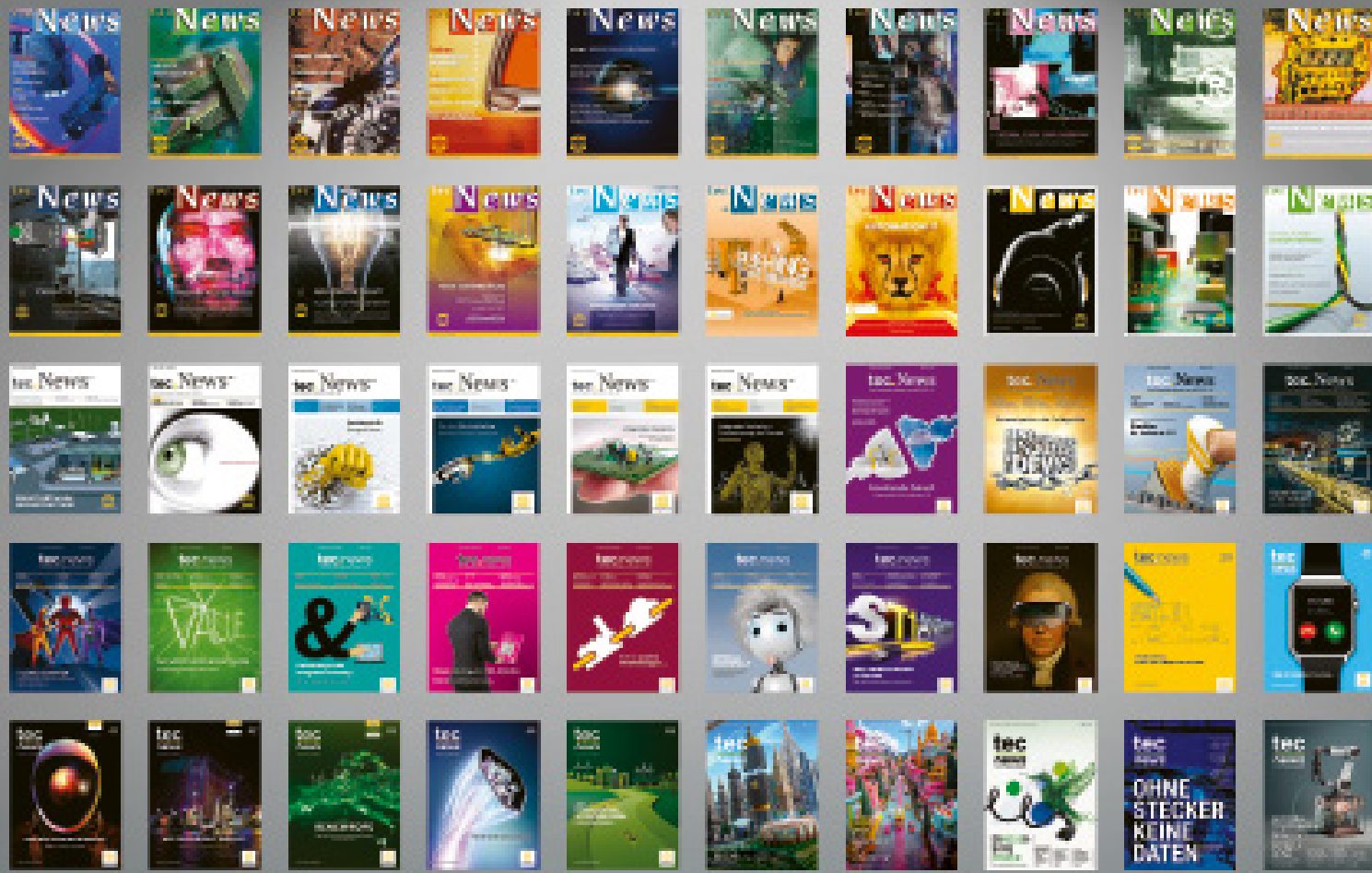
Prof. Dr. M. Ruskowski,
SmartFactory-KL

AUTOMA-
TYZACJA
W SEKTORZE
ROLNICZYM

C. M. von der Ohe,
Festo

OD SYSTE-
MÓW REGU-
ŁOWYCH DO
AUTONOMII

C. Liepert,
Siemens



50 PUBLIKACJI

ŁĄCZNOŚĆ
ISTOTNOŚĆ
TRENDY TECHNOLOGICZNE
OPINIE
PERSPEKTYWY



OD REDAKCJI

CIĄGŁOŚĆ W ZMIANIE: 50 PUBLIKACJI SPOGLĄDAJĄCYCH W PRZYSZŁOŚĆ:

Drodzy Czytelnicy,

Łącznie 50 publikacji magazynu tec.news – to jubileusz, który jest czymś znacznie więcej niż tylko powodem do świętowania. To wyraz ciągłości w czasach, gdy przemysłowe tworzenie wartości przechodzi głębokie i fundamentalne przemiany. Od naszej pierwszej publikacji nasz świat wielokrotnie się zmienił: Przemysł 4.0, platformy cyfrowe, transformacja elektryczna. Jedno jednak pozostało niezmiennie – nasza ambicja, by nie tylko opisywać przyszłość, lecz aktywnie ją współtworzyć i kształtować.

Dlatego ten jubileusz nie jest spojrzeniem wstecz, lecz pięćdziesięciokrotnym spojrzeniem w przyszłość. Droga do All Electric Society (AES) nie jest bowiem projektem na jedno wydanie, lecz długofalowym procesem transformacji – wymagającym technologicznej głębi, wytrwałości oraz zdolności postrzegania zmiany jako elementu własnej tożsamości.

W centrum znajdują się trzy zjawiska, które kształtują naszą branżę jak żadne inne: **elektryfikacja, cyfryzacja i automatyzacja**. Tworzą one triadę, która zdeterminuje przyszłość przemysłowego tworzenia wartości. W tym wydaniu skupiamy się szczególnie na automatyzacji – temacie obecnym od pierwszego wydania tec.news, a jednocześnie nieustannie redefiniowanym. Dziś automatyzacja oznacza znacznie więcej niż procesy deterministyczne – to autonomiczne systemy, inteligentne procesy oraz nowe formy przemysłowej samoregulacji.

W tym wydaniu przeczytają Państwo, jak zmienia się automatyzacja, jaką rolę odgrywa w koncepcji All Electric Society (AES) oraz jakie możliwości otwiera.

A zatem – ku kolejnym 50 spojrzeniom w przyszłość, które już przed nami.

Życzymy inspirującej lektury,

Philip Harting
CEO
HARTING Technology Group

tec|news

The technology magazine from



Pushing Performance
Since 1945



6

Automatyzacja tworzy przyszłość – ponieważ nieustannie się redefiniuje

Automatyzacja jest ponadczasowa – ale jej koncepcja wymaga nowego podejścia



10

Spojrzenie w przyszłość inteligencji przemysłowej

Model architektury of SmartFactory-KL



16

Autonomia jako zasada sukcesu

Wywiad z Prof. Kasper Hallenborg
University of Southern Denmark



28

Drony – nowy wymiar automatyzacji

Bezzałogowe statki powietrzne (UAV) zyskują coraz większe znaczenie w świecie cyfrowym

Wydanie 50 | Temat numeru

AUTOMATYZACJA POTRZEBUJE INTELIGENCJI

TECHNOLOGIE PRZYSZŁOŚCI

Autonomia jako zasada sukcesu 16

Wywiad z Prof. Kasper Hallenborg
University of Southern Denmark

Cyfryzacja przemysłu 24

Od statycznej automatyzacji do uczących się usług

Automatyzacja w sektorze rolniczym 30

Festo rozwija cyfryzację autonomicznych procesów w rolnictwie polowym

Jak pola uprawne stają się środowiskiem zaawansowanej technologii 32

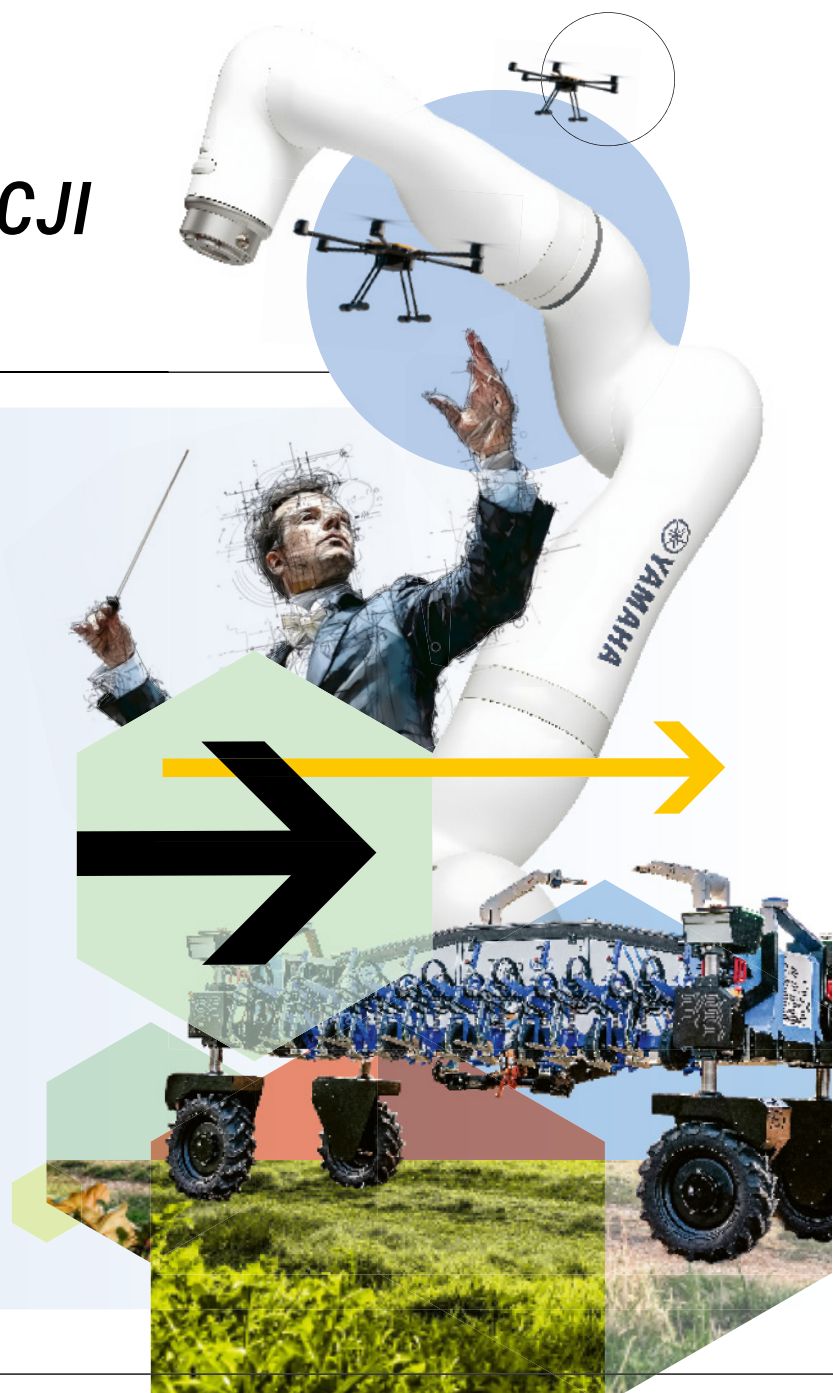
digital workbench rozwija pracę w polu wspieraną przez AI

Autonomia na polach 34

Dane, czujniki i precyzja: nowa generacja rozsiewaczy nawozu firmy Amazone

Szeregi czasowe 38

Robert Weber o fundamentach sztucznej inteligencji w produkcji



TRENDY PRZYSZŁOŚCI

SmartFactory-KL: spojrzenie w przyszłość inteligencji przemysłowej

Autonomiczne fabryki: czas na zmianę myślenia 10

Prof. Dr. Martin Ruskowski,
Chairman of the Board

Architektura, która redefiniuje automatyzację 13

Simon Jungbluth,
Research Associate

Technologia przekrojowa dla All Electric Society (AES) 14

Pascal Rübel, Project Manager

Siła systemów agentowych 15

Dr. Henning Gössling,
Senior Researcher

Produkcja autonomiczna 20

HARTING na drodze do usieciowionej, elastycznej produkcji

Od systemów regułowych do autonomii 22

Procesy end-to-end w Siemens Xcelerator

Jak IT przenika do technologii czujników 26

Perinet z nowym podejściem przełamującym tradycyjne granice

STRATEGIA

Automatyzacja tworzy przyszłość ponieważ nieustannie się redefiniuje 6

Automatyzacja jest ponadczasowa – ale jej koncepcja wymaga nowego podejścia

* KORZYŚCI DLA KLIENTA

Drony: nowy wymiar automatyzacji 28

Bezzałogowe statki powietrzne (UAV) zyskują coraz większe znaczenie w świecie cyfrowym

Połącz się z:
tec.news world online

Odkryj więcej: artykuły,
multimedia i inspiracje –
zajrzyj do nas online.



HARTING.com/
tecnews

WSPÓŁPRACA I WSPÓŁTWORZENIE

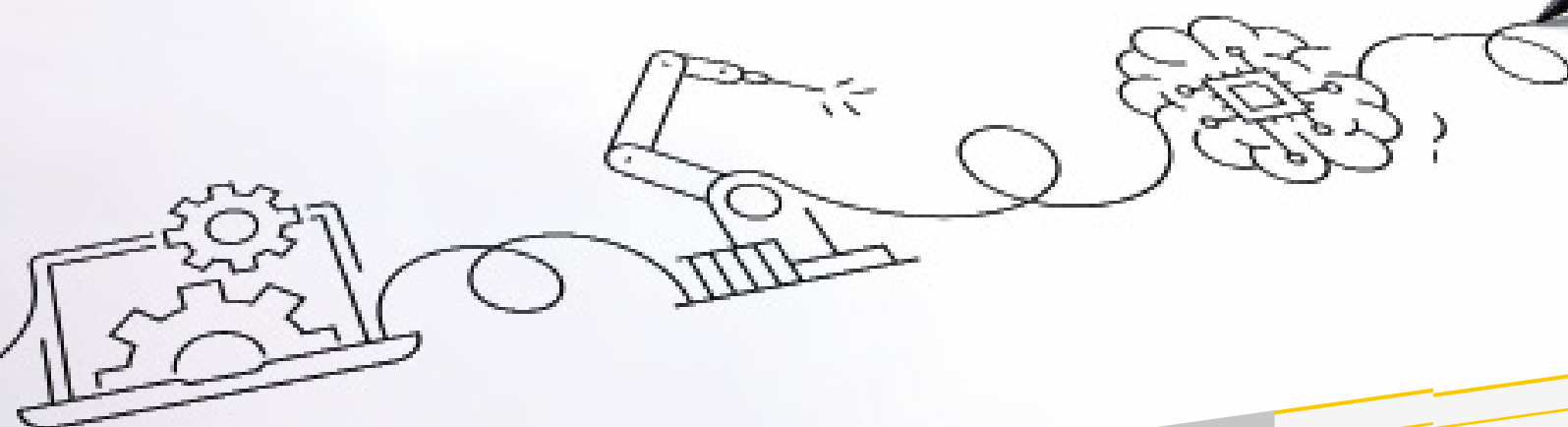
Od produktu do inteligencji procesowej 18

Jak HARTING Applied Technologies kształtuje zmiany

Modułowe złącza dla elastycznej automatyzacji 36

Han-Eco® i Han-Modular® umożliwiają kompaktowe interfejsy w nowym cobocie Yamaha Motor

AUTOMATYZACJA TWORZY PRZYSZŁOŚĆ – PONIEWAŻ NIEUSTANNIE SIĘ PRZE- OBRAŻA



Od dekad automatyzacja stanowi jeden z fundamentów produkcji przemysłowej. Klasyczne czynniki jej sukcesu to procesy oparte na regułach, sztywne struktury, magistrale polowe, logika PLC oraz precyzyjnie zaprogramowane reakcje. Pozwala to na deterministyczną optymalizację procesów.

W perspektywie przyszłości takie podejście okazuje się niewystarczające. Automatyzacja nie pozostaje statyczna – ulega fundamentalnym zmianom.

Andreas Huhmann
Strategy Consultant
Connectivity & Networks,
HARTING Technology Group

Dr. Stephan Middelkamp
General Manager
Quality & Technologies,
HARTING Technology Group

Istotą debaty nie jest dziś pytanie, czy automatyzacja jest nadal aktualna. Wręcz przeciwnie: automatyzacja pozostaje ponadczasowa – jednak jej model wymaga nowego podejścia. Nowoczesne systemy produkcyjne stają przed wyzwaniami, których nie można już rozwiązać wyłącznie za pomocą sztywnych, z góry zdefiniowanych procesów. Autonomiczne funkcje, uczenie kontekstowe oraz adaptacyjne podejmowanie decyzji kształtują przyszłe wymagania. **Autonomia staje się tym samym kluczowym elementem dalszego rozwoju automatyzacji.**

Automatyzacja i autonomia

Integracja zasad autonomii z tradycyjnymi procesami przemysłowymi wymaga zmian na wielu poziomach. Podejścia oparte na regułach – będące fundamentem sterowania przemysłowego – są dziś łączone z technologiami zdolnymi do podejmowania decyzji kontekstowych. Cyfryzacja dynamicznie przenika obszar automatyzacji: procesy sztucznej inteligencji (AI), przestrzenie danych, modele semantyczne oraz cyfrowe bliźniaki tworzą podstawę systemów, które nie tylko reagują, lecz także działają.

Impulsy płynące z badań – jak model architektury opracowany przez DFKI (Niemieckie Centrum Badań nad Sztuczną Inteligencją) – pokazują, w jaki sposób autonomiczni agenci programowi i cyfrowe odwzorowania współdziałają. **Wskazuje to wyraźnie, że automatyzację należy postrzegać nie jako sztywną strukturę, lecz jako dynamiczny ekosystem współdziałania danych, systemów decyzyjnych i elastycznych modułów.**

AUTONOMIA NIE ZASTĘPUJE AUTOMATYZACJI – STANOWI JEJ NATURALNY I LOGICZNY ETAP ROZWOJU.

All Electric Society (AES) jako ramy systemowe

All Electric Society (AES) stanowi systemowy kontekst, w którym zrównoważony rozwój ujmuje się całościowo. Elektryfikacja, cyfryzacja i automatyzacja łączą się w jeden zintegrowany system. Energia, mobilność i tworzenie wartości przemysłowej – we wszystkich tych obszarach rośnie zapotrzebowanie na autonomiczne, oparte na danych systemy. Automatyzacja staje się tym samym międzysektorowa, usieciowiona i sterowana programowo.



Łączymy Cię ze All Electric Society (AES)
Firma HARTING łączy dane i energię – efektywnie, w sposób zrównoważony i przyszłościowy

Centralną rolę odgrywa cyfrowy bliźniak, który umożliwia cyfrowe odwzorowanie zasobów w całym cyklu życia – a tym samym ich automatyzację i autonomiczne zarządzanie. Dotyczy to również komponentów, które dotychczas pełniły wyłącznie pasywną rolę. Przykładowo złącza, dzięki koncepcjom takim jak Cyfrowa powłoka instancji połączenia (CIS) firmy HARTING, rejestrują dane dotyczące stanu i obciążenia oraz integrują je z systemami automatyki. W ten sposób powstaje nowy wymiar tego, co uznaje się za możliwe do zautomatyzowania.

Dlaczego automat szachowy z XVIII wieku ma znaczenie

Dyskusja o autonomii w automatyzacji przemysłowej prowadzi – zaskakująco trafnie – do historycznego przykładu: automatu szachowego z 1769 roku.

Automatyzacja od zawsze była próbą stworzenia systemu działającego samodzielnie. Taki cel przyświecał również konstruktorowi tej maszyny: stworzenia systemu zdolnego do reagowania na nieprzewidywalne ruchy.

To, co wówczas nie było możliwe mechanicznie, dziś staje się realne dzięki sztucznej inteligencji, cyfryzacji i usieciowionym modelom architektury. Istota pozostaje jednak taka sama: **autonomia powstaje poprzez wprowadzanie inteligencji do architektur systemowych – kiedyś w postaci obecności człowieka, dziś w postaci AI.**

W ten sposób urzeczywistnia się idea sprzed stuleci: automatyzacja nie polega już wyłącznie na wykonywaniu reguł, lecz obejmuje rozumienie kontekstu, uczenie się i podejmowanie decyzji. Autonomia nie stanowi odejścia od automatyzacji – jest jej kolejnym, logicznym etapem.

W ten sposób urzeczywistnia się idea sprzed stuleci: automatyzacja nie polega już wyłącznie na wykonywaniu reguł, lecz obejmuje rozumienie kontekstu, uczenie się i podejmowanie decyzji. Autonomia nie stanowi odejścia od automatyzacji – jest jej kolejnym, logicznym etapem.

Automatyzacja staje się tym samym technologią fundamentalną elektryfikowanej i cyfryzowanej, a zarazem zrównoważonej przyszłości. Pozostaje niezbędna – ale wymaga nowego podejścia. O jej znaczeniu nie decyduje przeszłość, lecz zdolność do ciągłej transformacji. To właśnie tę przemianę opisuje niniejsze wydanie tec.news: przejście od sztywnej logiki przeszłości do dynamicznego, inteligentnego i autonomicznego fundamentu All Electric Society (AES).

Cyfrowa powłoka instancji połączenia (CIS)

Cyfrowa powłoka instancji połączenia (CIS) przekształca klasyczne złącza w cyfrowe zasoby oparte na stanie. Uzupełnia statyczną powłokę administracyjną zasobu (AAS) o rzeczywiste dane eksploatacyjne i obciążeniowe, pozyskiwane m.in. za pomocą zintegrowanych czujników. Dzięki temu złącza mogą być integrowane z koncepcjami cyfrowego bliźniaka oraz wspierać autonomiczne, transparentne i bardziej odporne architektury automatyzacji.

AUTOMAT SZACHOWY Z 1769 ROKU: BARDZIEJ WIZJONERSKI, NIŻ DOTĄD SĄDZONO

Dziś automat szachowy z 1769 roku jest często postrzegany jako techniczna sztuczka, a nawet oszustwo. Taka interpretacja pomija jednak jego rzeczywiste znaczenie: stanowi jedną z pierwszych poważnych prób stworzenia autonomicznego systemu.

Celem konstruktora było opracowanie rozwiązania, które:

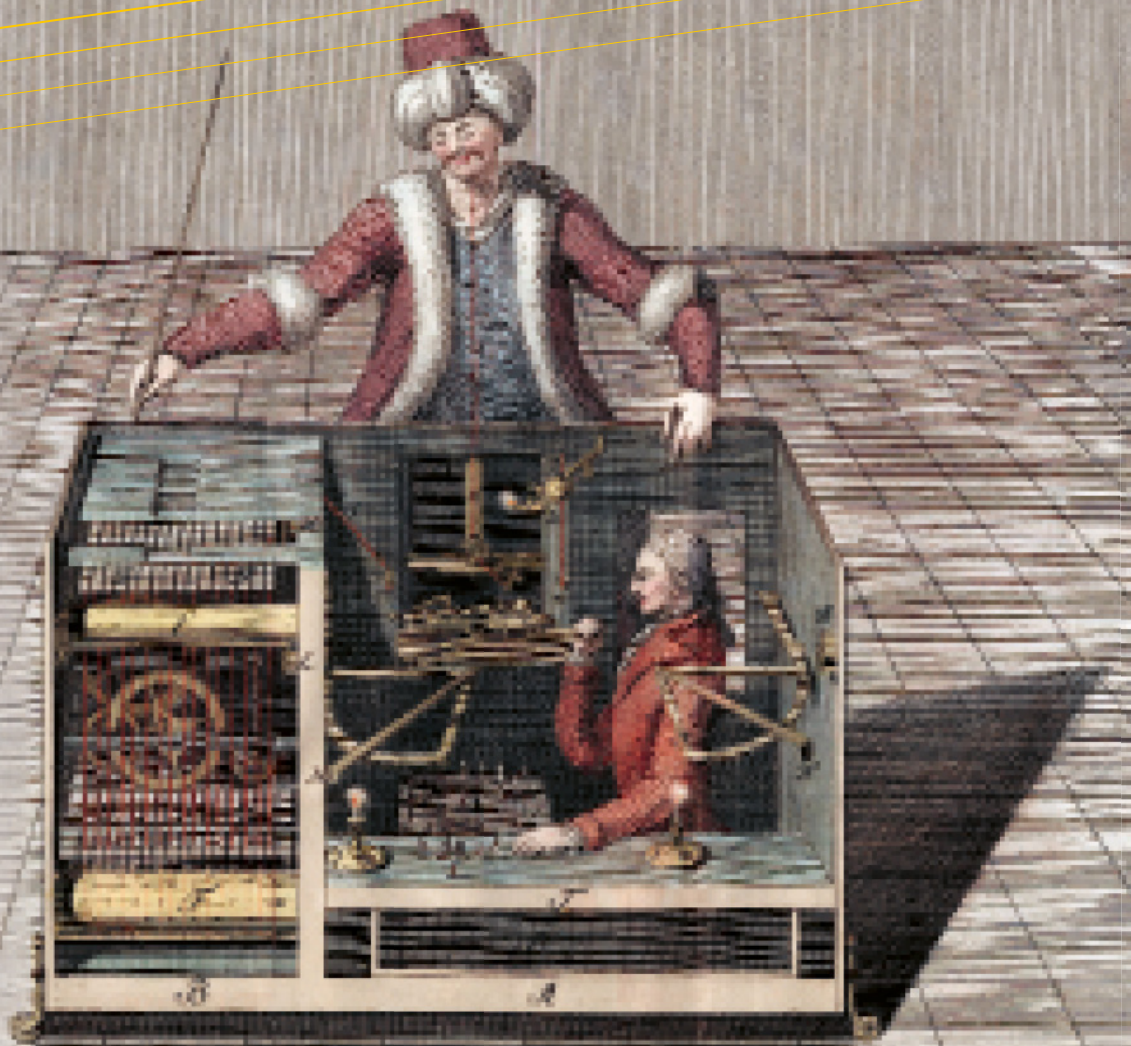
- działa samodzielnie
- reaguje na sytuacje
- podejmuje elastyczne, inteligentne decyzje

Maszyna ta odzwierciedla ideę, która powraca dziś: automatyzacja wymaga inteligencji, aby wyjść poza sztywne schematy działania. To, czego nie dało się zrealizować mechanicznie, zostało wówczas uzupełnione ludzką inteligencją – zasadą, którą można bezpośrednio przełożyć na współczesne architektury AI.

DZIŚ NIE MA JUŻ POTRZEBY „UKRYWANIA” CZŁOWIEKA W MASZYNIE. ELEKTRYFIKACJA, CYFRYZACJA I SZTUCZNA INTELIGENCJA UMOŻLIWIĄJĄ REALIZACJĘ AUTONOMII W SPOSÓB TECHNOLOGICZNY – CO POKAZUJE, JAK WIZJONERSKIE BYŁO PODEJŚCIE Z 1769 ROKU.

Miedzioryt autorstwa Racknitta (1789)
Źródło: Wikipedia

Wikipedia
– hasło „automat szachowy”



SPOJRZENIE W PRZYSZŁOŚĆ INTELIGENCJI PRZEMYSŁOWEJ

Od automatyzacji do autonomizacji – fundamentalna zmiana perspektywy

Automatyzacja od dekad stanowi kręgosłup przemysłowego tworzenia wartości.

Czym jednak właściwie jest? Można ją zdefiniować następująco:

Automatyzacja oznacza zastępowanie ludzkich działań procesami technicznymi – procesami niezawodnymi, powtarzalnymi i zazwyczaj deterministycznymi.

System automatyczny to zamknięta jednostka, której zachowanie jest w pełni opisane, przewidywalne i zależne od jasno określonych warunków. Taka forma automatyzacji pozostaje kluczowa dla efektywności, jakości i bezpieczeństwa. Jednak środowisko przemysłowe zmienia się szybciej, niż automatyzacja jest w stanie reagować. Różnorodność wariantów, niestabilne rynki, dynamiczne łańcuchy dostaw oraz zmiany demograficzne wymagają systemów, które nie tylko wykonują polecenia, lecz także podejmują decyzje, adaptują się i interpretują.

Autonomia poszerza horyzont

System autonomiczny działa w warunkach niepewności i zmiennych ograniczeń, podejmuje decyzje w dłuższej perspektywie oraz samodzielnie się stabilizuje – bez stałej ingerencji człowieka.

smartFactory^{KL}

Inicjatywa technologiczna SmartFactory-KL e.V., z siedzibą w Kaiserslautern, jest wiodącą niemiecką platformą badawczo-demonstracyjną dla przyszłościowych systemów produkcyjnych. Od ponad 20 lat sieć łącząca naukę i przemysł rozwija praktyczne rozwiązania dla fabryki przyszłości, koncentrując się na modularnych architekturach produkcji, cyfrowych bliźniakach, interoperacyjności oraz procesach autonomicznych. Inicjatywa stanowi środowisko testowe dla nowych technologii i standardów oraz pokazuje, w jaki sposób nowoczesna automatyzacja może być wdrażana także w istniejących instalacjach przemysłowych (brown-field).

Model architektury dla autonomicznej fabryki – otwarta struktura nowego porządku przemysłowego

Aby umożliwić przejście od dzisiejszych środowisk produkcyjnych do fabryk autonomicznych, **inicjatywa SmartFactory-KL opracowała model architektury, który jest celowo modułowy, otwarty i przystosowany do środowisk typu istniejące instalacje przemysłowe (brownfield).** Składa się on z trzech podstawowych elementów:

1. Cyfrowy backbone (rdzeń systemowy) – pamięć i układ nerwowy fabryki

Cyfrowe bliźniaki odwzorowują wszystkie istotne zasoby – maszyny, komponenty, moduły oprogramowania, produkty oraz stanowiska pracy. Cyfrowy backbone zapewnia:

- jednolity, ustandaryzowany opis wszystkich obiektów produkcyjnych
- eliminację tradycyjnych silosów danych
- semantyczny system informacyjny, dostarczający właściwe dane dla każdej sytuacji decyzyjnej

Stanowi on podstawę interoperacyjności i „rozumienia” po stronie systemów.

2. Automatyzacja – funkcje maszyn jako zmodularyzowana inteligencja

Tradycyjna automatyzacja opiera się na sygnałach, przewodach i schematach. Fabryka przyszłości operuje funkcjami.

Dzięki enkapsulacji programowej zachowanie maszyn, zasoby i stanowiska pracy są abstrahowane w taki sposób, aby mogły być elastycznie wykorzystywane niezależnie od producenta czy technologii. Pozwala to nawet wieloletnim instalacjom działać jako pełnoprawne elementy systemów autonomicznych.

Obecnie rozwija się nowa dziedzina nauki, którą w Kaiserslautern buduje się we współpracy z lokalnymi instytucjami badawczymi: to autonomika. Łączy ona automatykę, sztuczną inteligencję, informatykę oraz nauki społeczne i prawne, odpowiadając na pytanie: **jak tworzyć maszyny, systemy i fabryki zdolne do rzeczywiście autonomicznego działania – bezpiecznie, stabilnie i odpowiedzialnie?**

Presja demograficzna jako katalizator rozwoju technologii

Zmiana nie jest opcją – jest koniecznością.

W nadchodzących latach całe pokolenie doświadczonych specjalistów odejdzie z przemysłu. Jednocześnie rosną wymagania: zrównoważone modele produkcji, gospodarka o obiegu zamkniętym, zmienne portfolio produktów oraz silnie zindywidualizowane łańcuchy dostaw.

Przyszłe systemy produkcyjne muszą więc osiągać więcej – przy mniejszym zaangażowaniu zasobów ludzkich.

Systemy autonomiczne nie są zatem technologicznym dodatkiem, lecz społeczną koniecznością.



Prof. Dr.
Martin Ruskowski
CEO
SmartFactory-KL

Stoimy w punkcie zwrotnym rozwoju przemysłu. Podczas gdy systemy produkcyjne stają się coraz bardziej elastyczne, a jednocześnie bardziej złożone, wiele przedsiębiorstw nadal funkcjonuje w strukturach wywodzących się z wcześniejszych etapów rozwoju przemysłu. Maszyny są wysoce niezawodne, jednak rzeczywista inteligencja systemu produkcyjnego – sposób, w jaki informacje powstają, przepływają i prowadzą do podejmowania decyzji – często pozostaje rozproszona i niespójna. **Nadszedł czas na zmianę perspektywy: jak powinna wyglądać fabryka, która rzeczywiście działa autonomicznie? Nie tylko w sposób zautomatyzowany, lecz autonomiczny?**

3. Systemy agentowe – „kora mózgowa” autonomicznej produkcji

Agenci programowi przejmują aktywne role sterujące:

- produkty „wiedzą”, co powinno się z nimi wydarzyć
- maszyny „wiedzą”, co potrafią i kiedy są dostępne
- systemy logistyczne dynamicznie planują optymalne trasy

W efekcie powstaje logika produkcji, która nie jest już centralnie sterowana, lecz negocjowana w sposób zdecentralizowany. Systemy organizują się samodzielnie – i to właśnie stanowi istotę prawdziwej autonomii.

Łączność – niewidzialna tkanka autonomicznych systemów

Autonomia wymaga informacji – pełnej, precyzyjnej i dostępnej we właściwym czasie. Cyfrowe bliźniaki zapewniają przejrzystość aż do poziomu pojedynczych komponentów. W przyszłości nawet proste złącza przemysłowe będą dostarczać danych dotyczących liczby cykli łączeniowych, obciążeń czy jakości kontaktu.

Wiele małych źródeł informacji tworzy wspólnie spójny, inteligentny obraz całości – zgodnie z zasadą znaną z natury: inteligencji roju.

ARCHITEKTURA, KTÓRA REDEFINIUJE AUTOMATYZACJĘ

W obliczu dynamicznie zmieniającego się krajobrazu przemysłowego przedsiębiorstwa stają przed szeregiem wyzwań. Firmy, które chcą szybko reagować na zmiany rynkowe, a jednocześnie działać efektywnie i elastycznie, potrzebują automatyzacji o rosnącym stopniu autonomii. Przyszłość automatyzacji kształtują więc systemy zdolne do samodzielnego dostosowywania się i optymalizacji złożonych procesów produkcyjnych.

Architektury referencyjne dla nowoczesnej automatyzacji

Istotnym czynnikiem tej transformacji są architektury referencyjne, takie jak model SmartFactory-KL. Zapewnia on spójną infrastrukturę łączącą tradycyjne rozwiązania automatyzacji z nowoczesnymi komponentami sprzętowymi i programowymi. Rdzeniem tej struktury jest współdziałanie warstw OT, IT/OT oraz IT. Jasno zdefiniowane komponenty, interfejsy i procesy zapewniają spójność oraz interoperacyjność, umożliwiając bezproblemową integrację technologii wspierających rozwój coraz bardziej autonomicznych środowisk produkcyjnych.

fabryki, w której maszyny i systemy działają oraz współpracują samodzielnie. **Taka usieciowiona i modułarna architektura umożliwia dynamiczne dostosowanie oraz skalowanie bez konieczności ponoszenia wysokich kosztów restrukturyzacji.**

Integracja inteligentnych agentów

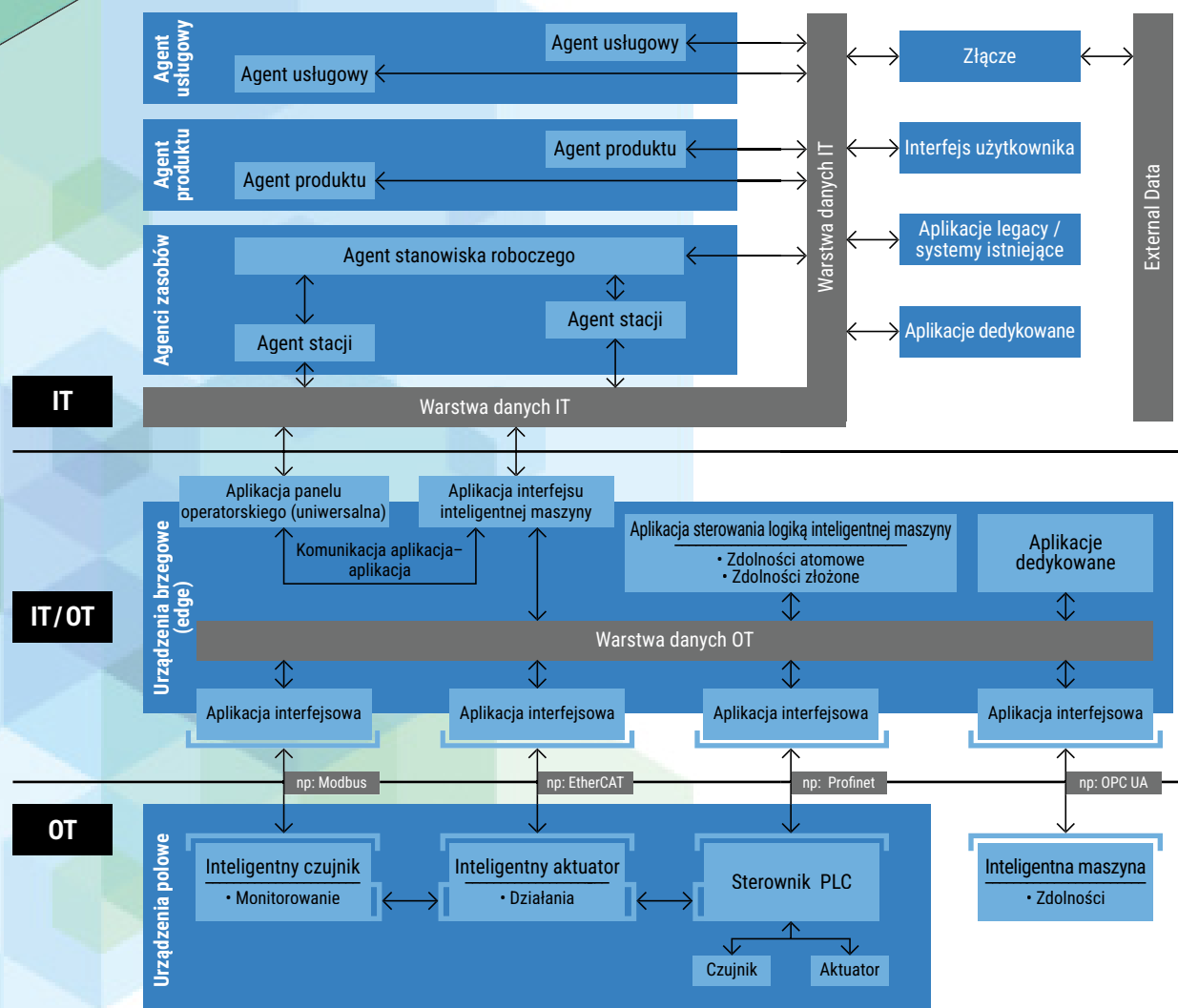
Kluczowym elementem architektury są inteligentni agenci. Nie tylko automatyzują zadania rutynowe, lecz także rozpoznają złożone wzorce i formułują rekomendacje działań. W interakcji z człowiekiem pełnią funkcję asystentów dla użytkownika, zapewniając wsparcie wizualne, na przykład poprzez projekcję instrukcji. Czujniki i kamery ograniczają liczbę błędów oraz wspierają procesy zapewnienia jakości.

Agenci wspierają również działania utrzymania ruchu dzięki analizom predykcyjnym (utrzymanie predykcyjne) monitorującym stan narzędzi. W przypadku wczesnego wykrycia zużycia generują rekomendacje serwisowe, co minimalizuje przestoje i wydłuża żywotność narzędzi.

Człowiek – maszyna – synergia

Architektura SmartFactory-KL pokazuje, że mimo postępu automatyzacji rola człowieka pozostaje kluczowa – szczególnie w obszarach planowania i nadzoru. **Celem jest osiągnięcie synergii między człowiekiem a maszyną.**

Architektura SmartFactory-KL



Simon Jungbluth
Scientific Researcher (Automation), SmartFactory-KL



Pełna wersja artykułu dostępna jest tutaj:

Architektura ta pełni rolę elastycznych ram systemowych, które ułatwiają integrację systemów samouczących się oraz inteligentnych algorytmów.

Systemy te rejestrują i analizują dane w czasie rzeczywistym, a następnie uczą się na ich podstawie. Ta zdolność stanowi fundament autonomicznych procesów decyzyjnych i umożliwia automatyczne dostosowywanie się do zmieniających się wymagań produkcyjnych oraz nieprzewidywanych zdarzeń.

Dzięki jednoznacznie zdefiniowanym interfejsom i procesom różne systemy współdziałają ze sobą w sposób płynny. Stanowi to techniczną podstawę autonomicznej

AUTOMATYZACJA JAKO TECHNOLOGIA PRZEKROJOWA DLA ALL ELECTRIC SOCIETY (AES)

Automatyzacja oznacza, że systemy techniczne wykonują zadania samodzielnie i z wysoką precyzją. Ta podstawowa funkcja pozostaje aktualna również w All Electric Society (AES) – świecie, w którym systemy energetyczne i informacyjne są w pełni zelektryfikowane, usieciowione i dynamicznie sterowane.



Pascal Rübel
Project Lead Factory-X,
SmartFactory-KL

Perspektywa

Realistycznie rzecz biorąc, wizja uniwersalnej, opartej na zdolnościach maszyn i wspieranej przez AI automatyzacji urzeczywistni się w pełni dopiero w perspektywie 10–15 lat. Każdy krok w kierunku standaryzowanych interfejsów, modelowania cyfrowego oraz rozwijania zdolności łączeniowej przybliża jednak tę przyszłość.

Automatyzacja w AES

Tylko zautomatyzowane procesy umożliwiają inteligentne zarządzanie energią – na przykład wtedy, gdy maszyny elastycznie dostosowują swoją pracę do dostępności energii lub gdy gospodarstwa domowe automatycznie wyznaczają optymalny moment na ładowanie, ogrzewanie czy pranie. Podstawę stanowią prognozy danych oraz ich zautomatyzowana analiza.

Cyfrowe bliźniaki i zdolności maszyn jako czynniki elastyczności

W nowoczesnych systemach produkcyjnych cyfrowy bliźniak zapewnia elastyczność procesów: jeśli wykryje opóźnienia na danym etapie obróbki, inne maszyny automatycznie przejmują zadania. Jest to możliwe dzięki ustandaryzowanym zdolnościom maszyn, które w jednoznaczny sposób opisują możliwości maszyny i umożliwiają szybkie, elastyczne przekierowanie zadań. **Dzięki temu proces pozostaje stabilny – bez konieczności interwencji człowieka.**

Nowe wymagania wobec automatyzacji

Procesy produkcyjne stają się coraz bardziej zmienne, serie produkcyjne coraz mniejsze, a potrzeba dostosowań – coraz częstsza. Jednocześnie zmieniają się technologie: podczas gdy sterowniki PLC nadal odgrywają kluczową rolę w obszarze bezpieczeństwa i funkcji czasu rzeczywistego, języki wysokiego poziomu przejmują coraz więcej zadań wymagających elastyczności.

Ustandaryzowane interfejsy oraz zdolności maszyn – czyli cyfrowo opisane możliwości maszyn – umożliwiają modułowe i międzysektorowe wykorzystanie automatyzacji.

Sztuczna inteligencja wymaga najwyższej niezawodności

Choć wiele technologii jest już dostępnych, szczególnie decyzje oparte na sztucznej inteligencji muszą spełniać najwyższe wymagania w zakresie niezawodności, wyjaśnialności i możliwości certyfikacji. Poziomy błędów akceptowalne w sektorze konsumenckim są niedopuszczalne w środowisku przemysłowym.

Pełna wersja artykułu
dostępna jest tutaj:



FUNDAMENTY PRZYSZŁOŚCI: SIŁA SYSTEMÓW AGENTOWYCH

Wyobraźmy sobie architekturę, która nieustannie się zmienia – ze strukturami elastycznie dostosowującymi się do aktualnych wymagań. Taka adaptacyjna koncepcja może stać się symbolem automatyzacji przyszłości. Kluczową rolę odgrywają tu systemy agentowe, które jako dynamiczne moduły sterowane przez sztuczną inteligencję (AI) koordynują poszczególne zlecenia produkcyjne oraz zasoby.

SmartFactory-KL aktywnie wdraża tego typu systemy agentowe we własnej fabryce modelowej.

Przejrzystość i efektywność w produkcji matrycowej

Jednym z przykładów zastosowania systemów agentowych jest produkcja matrycowa. W przeciwieństwie do tradycyjnych linii produkcyjnych oferuje ona elastyczną organizację zasobów produkcyjnych przy jednocześnie dynamicznych przepływach materiałowych.

W takim środowisku produkcyjnym agenci produktu podejmują decyzje ad hoc dotyczące optymalnej ścieżki dla pojedynczego produktu na podstawie jego planu produkcyjnego. Eliminuje to konieczność stosowania rozbudowanych systemów sterowania przepływem materiałów, w których muszą być odwzorowane wszystkie możliwe ścieżki dla wszystkich wariantów produktów.

Systemy agentowe w przemyśle opierają się na zdolności do pozyskiwania informacji z otoczenia za pomocą czujników, ciągłej komunikacji między sobą, analizy napływających danych oraz podejmowania decyzji na tej podstawie. Uczą się samodzielnie na podstawie doświadczeń, przewidują konsekwencje własnych działań i stale doskonalą swoje strategie.

Dodatkowo systemy te mają budowę modułową, co umożliwi ich łatwe dostosowanie do różnych środowisk produkcyjnych.

W praktyce produkcyjnej modularność ta pozwala na łatwą integrację nowych maszyn i instalacji bez konieczności przeprowadzania złożonych prac przeprogramowania. Jednocześnie zwiększa przejrzystość, ponieważ systemy te udostępniają innym agentom dane w czasie rzeczywistym dotyczące procesów produkcyjnych. Dzięki temu pozostali agenci mogą natychmiast reagować na odchylenia od planu.

Dr. Henning Gössling
Senior Researcher,
Agent Based
Production and
Logistics
SmartFactory-KL



Potencjał systemów agentowych

Skuteczne wdrożenie wymaga interdyscyplinarnych zespołów oraz jasno określonej mapy drogowej. Wówczas automatyzacja oparta na systemach agentowych może znacząco zwiększyć elastyczność i efektywność – co ma szczególne znaczenie w kontekście niedoboru wykwalifikowanej kadry.

Systemy agentowe optymalizują istniejące procesy. Usieciowienie systemów oraz postępująca cyfryzacja sprawiają, że technologia ta staje się kluczowym czynnikiem dalszego rozwoju oraz odpowiedzią na obecne i przyszłe wyzwania.

Pełna wersja artykułu
dostępna jest tutaj:



tec.news w rozmowie z prof. Kasper Hallenborg,
University of Southern Denmark

WIĘCEJ ODPOWIEDZIALNOŚCI BLIŻEJ PROCESU: AUTONOMIA STAJE SIĘ ZASADĄ SUKCESU

Środowiska produkcyjne zmieniają się szybciej, niż klasyczna automatyzacja jest w stanie nadążyć. W rozmowie z tec.news prof. Kasper Hallenborg, dyrektor i kierownik Wydziału Inżynierii w Maersk Mc-Kinney Moller Institute, wyjaśnia, w jaki sposób robotyka programowa, cyfrowe bliźniaki i zdecentralizowana inteligencja otwierają nowe możliwości działania – oraz dlaczego właśnie teraz konieczne jest fundamentalne przemyślenie automatyzacji.

Prof. Kasper Hallenborg
University of Southern Denmark



tec.news: Panie Profesorze, jak definiuje Pan automatyzację?

Kasper Hallenborg: Automatyzacja oznacza, że oprogramowanie lub sprzęt przejmują zadania, które wcześniej wykonywali ludzie. Przez długi czas było to ograniczone do systemów deterministycznych, trwale zaprogramowanych sprzętowo. Dziś cyfryzacja, systemy czujników i sztuczna inteligencja radykalnie poszerzają te możliwości.

W jaki sposób?

W przeszłości roboty musiały być programowane niemal wyłącznie na poziomie sprzętowym – było to rozwiązanie powolne, mało elastyczne i ograniczone w działaniu w czasie rzeczywistym. Dziś symulujemy całe procesy produkcyjne z wyprzedzeniem, wykorzystujemy cyfrowe bliźniaki, syntetyczne dane treningowe oraz zaawansowane systemy czujników. Dzięki temu roboty mogą działać dynamicznie i dostosowywać swoje zachowanie do bieżącej sytuacji. Otwiera to nowe możliwości, szczególnie dla krajów z dużym udziałem MŚP: nawet produkcja małoseryjna o wysokiej zmienności może zostać skutecznie zautomatyzowana.

Jak wpływa to na All Electric Society (AES)?

Elektryfikacja i cyfryzacja wzajemnie się wzmacniają. Im więcej produktów można odwzorować cyfrowo, tym więcej inteligencji można przenieść do warstwy oprogramowania. Systemy oparte na danych umożliwiają realizację funkcji, które wcześniej wymagały rozwiązań mechanicznych. Rośnie również znaczenie autonomii – jako sposobu na oszczędzanie zasobów, łagodzenie niedoboru wykwalifikowanej kadry oraz wdrażanie bardziej zrównoważonych modeli produkcji.

Jak wygląda Pana podejście do automatyzacji przyszłości?

Jednym z kluczowych elementów jest cyfrowy bliźniak, który integruje projektowanie, symulację i eksploatację. Dzięki temu możli-

we staje się zautomatyzowane wytwarzanie nawet bardzo dużych struktur – na przykład komponentów dla energetyki wiatrowej czy zastosowań morskich. Obecnie opracowujemy największą na świecie komórkę robotyczną do produkcji jednostkowej. Kolejnym obszarem jest zautomatyzowany demontaż, który ma usprawnić procesy recyklingu. Wiele produktów nie jest dziś do tego przystosowanych, dlatego prowadzimy badania nad koncepcją „design for disassembly” (projektowanie pod kątem demontażu) oraz rozwiązaniami robotycznymi wspierającymi ten proces.

Jaką rolę odgrywa w tym sztuczna inteligencja?

Sztuczna inteligencja oraz systemy wieloagentowe otwierają nowe możliwości działania. Klasyczna automatyzacja wymusza sztywne procesy – każda odchyłka prowadzi do problemów. Agenci natomiast obserwują swoje otoczenie, podejmują decyzje lokalnie i dostosowują się do warunków. Jest to zbieżne z trendami organizacyjnymi: większa autonomia zwiększa elastyczność i efektywność całego systemu. Takie zdecentralizowane architektury będą kluczowe w produkcji. Część odpowiedzialności przenosi się bezpośrednio do środowiska produkcyjnego, a pracownicy zyskują większą autonomię.

Czy oznacza to potrzebę nowego pojęcia – odejścia od klasycznej automatyzacji

Nadal można mówić o automatyzacji, jednak systemy stają się bardziej autonomiczne, dynamiczne i inteligentne. Kluczowa jest zmiana podejścia: od centralnego sterowania w kierunku rozproszonych, uczących się systemów. Automatyzacja oznacza uniezależnianie procesów dzięki technologii. Nie powinna być jednak postrzegana wyłącznie jako system sztywny i deterministyczny. W kontekście cyfryzacji konieczne jest jej nowe zdefiniowanie – z większym naciskiem na autonomię, adaptacyjność oraz inteligentne, elastyczne systemy.

Czy widzi Pan powiązania ze zdolnością łączeniową?

Zdecydowanie. Cyfrowe bliźniaki funkcjonują tylko wtedy, gdy komponenty fizyczne dostarczają dane. Inteligentne złącza wyposażone w czujniki są naturalnym krokiem w tym kierunku. Mogą one rejestrować stany w sposób zdecentralizowany, abstrahować dane i przetwarzać je na poziomie brzegowym. Zwiększa to odporność systemów i bezpośrednio wspiera rozproszoną autonomię.

Projektowanie pod kątem demontażu

Zautomatyzowany demontaż staje się kluczowy dla ponownego wykorzystania, napraw i recyklingu. To, co dziś ograniczają wysokie koszty pracy manualnej, dzięki robotyce staje się skalowalne i ekonomicznie uzasadnione. Warunkiem jest modułowe projektowanie produktów: komponenty połączone za pomocą złączy można efektywnie montować i celowo rozdzielać. Zdefiniowane interfejsy umożliwiają robotyczny demontaż, sortowanie i ponowne wykorzystanie. Złącza łączą systemy w trakcie eksploatacji – i umożliwiają ich kontrolowane rozdzielenie podczas naprawy oraz recyklingu.

JAK HARTING APPLIED TECHNOLOGIES KSZTAŁTUJE ZMIANY W AUTOMATYZACJI

OD PRODUKTU DO INTELIGENCJI PROCESOWEJ

Inżynieria systemowa jako klucz

W obszarze budowy maszyn specjalnych w grupie HARTING podejście inżynierskie ulega fundamentalnej zmianie.

Inżynieria systemowa łączy mechanikę, elektrotechnikę i oprogramowanie w spójne podejście systemowe. Zasada brzmi: „najpierw inteligencja, potem stal”.

Tam, gdzie wcześniej dominowała precyzja mechaniczna, dziś coraz więcej zadań przejmuje oprogramowanie – na przykład inspekcje i korekty oparte na systemach wizyjnych, które zastępują rozwiązania mechaniczne. Proces rozwoju realizowany jest zespołowo i poprzedzony symulacjami. Dodatkowy nakład pracy związany z programowaniem i uruchomieniem jest kompensowany przez procesy wirtualne prowadzone równoległe z budową maszyn. Niezbędną rolę odgrywają narzędzia cyfrowe – między innymi do precyzyjnego opisu zdolności poszczególnych modułów procesowych. Powłoka administracyjna zasobu (AAS) pełni tutaj kluczową funkcję: redukuje nakłady związane z konfiguracją i integracją, eliminuje problemy komunikacyjne między mechaniką, elektrotechniką i techniką sterowania oraz umożliwia stworzenie pełnego cyfrowego odwzorowania systemu.

Proces rozwoju rozpoczyna się już na etapie sprzedaży: wymagania klienta są definiowane wcześniej i w sposób ciągły przenoszone do realizacji. Moduły procesowe upraszczają ten proces, ponieważ dane istotne z punktu widzenia sprzedaży są dostępne od samego początku. Znaczenie rozwoju oprogramowania dynamicznie rośnie – odchodzi się od klasycznego programowania PLC na rzecz bardziej złożonych zadań IT, umożliwiających głęboką integrację z systemami nadrzędnymi. W efekcie możliwa jest orkiestracja maszyn i instalacji, cyfrowe wsparcie utrzymania ruchu oraz ciągła optymalizacja produkcji oparta na danych. Produkcja jest postrzegana jako spójny system, w którym procesy tworzące wartość oraz intralogistyka są zautomatyzowane i cyfrowo zintegrowane.

Wyzwania i kierunki rozwoju

Pomimo znaczących postępów nadal istnieją wyzwania. Niezbędne są wydajne narzędzia symulacyjne oraz zintegrowane środowiska inżynierskie, a także wsparcie dla uruchamiania systemów w obszarze elektrotechniki i techniki sterowania. Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe powinny być integrowane jako łatwe w użyciu narzędzia wspierające inżynierię, dokumentację oraz adaptacyjne sterowanie.

Powłoka AAS powinna być wspierana w sposób kompleksowy, podobnie jak oprogramowanie edytorskie umożliwiające płynną współpracę. Niezbędne są również platformy kooperacyjne, które eliminują różnice terminologiczne pomiędzy obszarami specjalistycznymi – na przykład między projektowaniem elektrycznym a programowaniem PLC.

Przykład z praktyki: systemy montażowe HARTING projektowane są na wzór maszyn do formowania wtryskowego. Bazy system jest elastycznie dostosowywany za pomocą chwytaków i oprzyrządowania specyficznego dla produktu. Kluczowa jest tutaj synergia sprzętu i oprogramowania, która znacząco zwiększa poziom automatyzacji – także w przypadku produkcji małoseryjnej. Procesy – takie jak podawanie, montaż, znakowanie i pakowanie – traktowane są jako zdolności maszyn, które można łatwo dostosowywać w środowisku opartym na zdolnościach.

Przyszłość produkcji jest elastyczna, inteligentna i cyfrowa – a HARTING aktywnie ją współtworzy.

HARTING

Applied Technologies

HARTING Applied Technologies specjalizuje się w innowacyjnych rozwiązaniach w obszarze budowy narzędzi, maszyn specjalnych oraz automatyzacji. Dzięki wieloletniemu doświadczeniu i wysokim kompetencjom inżynierskim ten obszar działalności grupy HARTING Technology Group projektuje i wytwarza dostosowane do potrzeb klienta systemy produkcyjne, precyzyjne narzędzia oraz rozwiązania automatyzacyjne dla wymagających zastosowań przemysłowych.

W 2025 roku HARTING Applied Technologies został uhonorowany prestiżową nagrodą „Batch Size 1+ Innovation Award” (innowacje w produkcji jednostkowej i małoseryjnej) przyznawaną przez sieć ife dla producentów realizujących produkcję jednostkową. Ten sukces nie jest przypadkiem, lecz wynikiem konsekwentnej transformacji w obszarze automatyzacji. Kluczowe znaczenie ma przejście od podejścia zorientowanego na produkt do podejścia zorientowanego na proces w projektowaniu maszyn. Dzięki modularyzacji i standaryzacji mechaniki, elektrotechniki oraz techniki sterowania możliwe jest efektywne i elastyczne wytwarzanie produktów o dużej liczbie wariantów, nawet w małych seriach. To istotna przewaga w globalnej gospodarce, w której rosną wymagania dotyczące indywidualizacji produktów. Efekty są wyraźne: zoptymalizowane koszty i krótsze terminy dostaw.



Dr. Volker Franke
Managing Director
HARTING Applied Technologies



PRODUKCJA AUTONOMICZNA: FIRMA HARTING NA DRODZE DO USIECIEWIONEJ, ELASTYCZNEJ FABRYKI

Produkcja autonomiczna zaczyna się już na etapie zlecenia klienta: w firmie HARTING systemy ERP (system planowania zasobów przedsiębiorstwa), MOM (zarządzanie operacjami produkcyjnymi), PLM (zarządzanie cyklem życia produktu) oraz AMR (autonomiczne roboty mobilne) tworzą spójny ekosystem, który koordynuje wszystkie etapy – od rejestracji zamówienia aż po dostawę.

W systemie ERP tworzone i priorytetyzowane są zlecenia klienta oraz zlecenia produkcyjne. Następnie MOM przejmuje operacyjne sterowanie na poziomie produkcji: platforma przekształca dane planistyczne w wykonywalne procesy produkcyjne, automatycznie udostępnia dokumentację techniczną z systemu PLM oraz prowadzi pracowników przez kolejne etapy produkcji i kontroli.

AMR odpowiadają za efektywne przepływy materiałów – dostarczają komponenty do maszyn, transportują półprodukty oraz magazynują wyroby gotowe. Wszystkie dane zwrotne – status zleceń, ruchy materiałowe i dane jakościowe – są na bieżąco integrowane w systemach ERP i MOM. W obszarze dostaw ERP ponownie przej-

muje zarządzanie procesami logistycznymi – od kompletacji po wysyłkę.

Zintegrowany przepływ pracy umożliwia:

- transparentne zarządzanie zleceniami
- zautomatyzowany i spójny przepływ danych
- monitorowanie postępu w czasie rzeczywistym
- efektywną obsługę materiałów z wykorzystaniem AMR
- niezawodne dostawy do klienta

W ten sposób powstaje w pełni zsynchronizowany łańcuch wartości – fundament produkcji autonomicznej.

Więcej niż suma pojedynczych procesów

Autonomiczna automatyzacja znacząco zwiększa efektywność. W centrum uwagi nie znajduje się już optymalizacja pojedynczych procesów, lecz skoordynowane sterowanie maszynami, planowaniem i logistyką w całym łańcuchu wartości. W obliczu dynamicznych wymagań klientów elastycznie powiązane systemy oraz sterowanie wspierane programowo stają się nieodzowne.

Podstawy produkcji autonomicznej

HARTING opiera swoje podejście na trzech filarach:

- MOM jako centralna platforma planowania i prowadzenia procesów produkcyjnych,

- AMR zapewniające autonomiczne przepływy materiałowe,

- kompleksowa cyfrowa integracja maszyn.

Ustandaryzowana infrastruktura OT zwiększa efektywność, ogranicza liczbę błędów i umożliwia skalowanie rozwiązań.

MOM jako centralny węzeł danych

Platforma MOM łączy systemy i maszyny, zapewnia spójne przepływy danych, przejrzystość procesów oraz ich monitorowanie w czasie rzeczywistym. Tym samym stanowi kluczowy element umożliwiający osiągnięcie wyższych poziomów automatyzacji.

Autonomiczne przepływy materiałowe dzięki AMR

AMR realizują transport materiałów, załadunek i rozładunek oraz magazynowanie. Skracają czasy oczekiwania, eliminują wąskie gardła i zwiększają elastyczność produkcji.

Transparentność zwiększa efektywność

Dane w czasie rzeczywistym pozwalają na bieżąco monitorować stan procesów, wcześniej identyfikować potencjalne wąskie gardła oraz wspierają dynamiczne planowanie zasobów. Dzięki temu jakość i efektywność są systematycznie podnoszone.

Standardy i kompetencje jako klucz sukcesu

Technologia jest tylko jednym z elementów. Kluczowe znaczenie ma aktywne zaangażowanie pracowników w proces zmian. Równocześnie niezbędne są globalne standardy, które zapewnią trwałą transparentność, efektywną współpracę oraz skalowalność rozwiązań.

Choć systemy zostały już wdrożone i są gotowe do pracy, pełne wdrożenie globalne we wszystkich zakładach na świecie potrwa jeszcze do trzech lat. Proces ten realizowany jest etapowo – z uwzględnieniem specyfiki lokalizacji, stabilności operacyjnej oraz długofalowej perspektywy rozwoju.

W ten sposób firma HARTING konsekwentnie rozwija produkcję autonomiczną, tworząc fundament dla globalnie zharmonizowanego, w pełni usieciowionego środowiska produkcyjnego.

Pełna wersja artykułu
dostępna jest tutaj:



Dr. Stephan Middelkamp

General Manager Quality & Technologies, HARTING Technology Group

Thomas Kämper

Head of Digital Prod. Systems Hub EMEA, HARTING Technology Group

Florian Raabe

Expert Product Owner Manuf. Operations M, HARTING Technology Group

Martin Wischmeyer

Project Engineer Operations, HARTING Technology Group

Mareike Knost

Sr. Oper. Techn. Data Scientist, HARTING Technology Group

TRENDRY PRZYSZŁOŚCI

OD REGUŁ DO AUTONOMII



Constantin Liepert
Siemens Digital Industries
Software

Automatyzacja od dziesięcioleci stanowi jeden z kluczowych elementów przemysłowego tworzenia wartości. Jej rola jednak ulega fundamentalnej zmianie. Zamiast procesów opartych wyłącznie na regułach, dziś w centrum uwagi znajdują się zintegrowane, oparte na danych procesy – kierunek ten konsekwentnie rozwija firma Siemens w ramach koncepcji Siemens Xcelerator.

Tradycyjnie automatyzacja jest postrzegana jako logika oparta na regułach. Współczesne procesy przemysłowe są jednak znacznie bardziej złożone: efektywność, jakość i szybkość można zwiększyć tylko wtedy, gdy IT i OT współdziałają w sposób płynny. To właśnie ta integracja stanowi fundament Siemens Xcelerator, który łączy rozwiązania automatyzacyjne i programowe w ramach kompleksowego portfolio, otwartego ekosystemu oraz platformy typu marketplace. Automatyzacja zyskuje w ten sposób szersze znaczenie – aż po autonomizację, czyli procesy wspierające podejmowanie decyzji na podstawie danych lub podejmujące je samodzielnie z wykorzystaniem sztucznej inteligencji.

Kluczową rolę odgrywa tutaj ciągłość danych i procesów.

Dzięki koncepcji Digital Thread firma Siemens tworzy spójne środowisko danych produkcyjnych obejmujące cały cykl życia produktu. Wymagania, modele CAD, symulacje, listy materiałowe, dane produkcyjne i informacje serwisowe są ze sobą zintegrowane w jednolitym systemie.

Eliminowane są luki informacyjne, zmiany można szybciej analizować, a listy materiałowe są automatycznie synchronizowane. Spójne przepływy pracy sprawiają, że modyfikacje w obszarze inżynierii natychmiast przekładają się na planowanie, produkcję i serwis. Dla zastosowań opartych na AI taka ciągłość danych jest kluczowa – tylko w pełni połączone dane inżynieryjne i produkcyjne umożliwiają wiarygodne analizy i rzeczywistą optymalizację procesów.

**Xcelerator,
Procesy end-to-end
stają się rzeczywistością.**

W ramach koncepcji Siemens Xcelerator procesy end-to-end stają się rzeczywistością.

Portfolio Siemens Xcelerator obejmuje wszystkie etapy łańcucha wartości – od wczesnej definicji wymagań i projektowania systemów aż po produkcję i późniejszą eksploatację. Uzupełnione o przemysłowe urządzenia edge oraz rozwiązania IoT tworzy płynne połączenie między poziomem pola a chmurą. Nowe systemy sterowania są przystosowane do pracy w architekturze edge, a istniejące instalacje przemysłowe (brownfield) mogą być integrowane za pomocą bram i otwartych interfejsów. **Dzięki temu IoT nie funkcjonuje jako równoległy świat, lecz staje się integralną częścią automatyzacji przemysłowej.**

Kolejnym przełomowym krokiem jest rozwijany przez Siemens „Industrial Foundation Model”, który rozumie kontekst przemysłowy i potrafi przetwarzać dane takie jak geometrie CAD, wyniki symulacji czy listy materiałowe. **Dzięki temu modele AI są po raz pierwszy zdolne do uwzględniania i rozumienia złożonych zależności technicznych – co stanowi istotny krok w kierunku autonomicznego inżynieringu i procesów produkcyjnych.**

Przykład z branży elektromechanicznej pokazuje, jak duży potencjał transformacyjny ma to podejście: przy projektowaniu złączy użytkownicy mogą dziś wprowadzać wymagania w formie tekstowej lub głosowej. Sztuczna inteligencja automatycznie sprawdza, czy istniejący produkt spełnia wymagania, czy konieczne jest stworzenie nowego projektu. W połączeniu z narzędziami takimi jak Rulestream oraz Designcenter NX automatycznie powstają



Link do strony:
Siemens Xcelerator –
Software for Industry

Współczesne procesy przemysłowe są znacznie bardziej złożone: efektywność, jakość i szybkość można zwiększyć tylko wtedy, gdy IT i OT współdziałają w sposób płynny.

kompletne modele CAD dopasowane do konkretnego zastosowania. Kolejne symulacje, realizowane z wykorzystaniem rozwiązań Siemens Simcenter, uwzględniają materiały, temperatury otoczenia oraz inne czynniki, aby zapewnić funkcjonalność projektu. Proces, który wcześniej wymagał znacznego nakładu pracy i intensywnej koordynacji, ulega dzięki temu znacznemu przyspieszeniu. Wyraźnie widać tu, **jak automatyzacja, ciągłość danych oraz przemysłowa sztuczna inteligencja współdziałają – od zdefiniowania wymagań aż po gotowy produkt.**

W ten sposób domyka się cykl w obszarze klasycznej technologii połączeń: dane end-to-end, zintegrowane przepływy pracy oraz automatyzacja wspierana przez AI przekładają się na istotny wzrost efektywności w projektowaniu i produkcji złączy. Technologie Siemens Xcelerator nie tylko przyspieszają procesy cyfrowe, lecz także bezpośrednio wspierają rozwój komponentów elektromechanicznych – pokazując, że autonomizacja tworzy realną wartość również w dojrzałych obszarach przemysłu.

CYFRYZACJA PRZEMYSŁU:

OD STATYCZNEJ
AUTOMATYZACJI

Usługi cyfrowe w firmie HARTING

1. Zautomatyzowana wiedza

Systemy oparte na AI udostępniają wiedzę o produktach i zastosowaniach w sposób natychmiastowy i spójny.

2. Zautomatyzowane procesy inżynierskie

Zadania powtarzalne – takie jak generowanie danych, dokumentacji czy logiki wariantów – są automatyzowane.

3. Zautomatyzowana ścieżka klienta

Rekomendacje oparte na AI, automatycznie generowane pakiety danych oraz informacje z cyfrowych bliźniaków przyspieszają procesy i wspierają podejmowanie decyzji.

Podczas gdy w latach 80. systemy działały w oparciu o stałą logikę i przez dekady dostarczały identyczne wyniki, dziś od usług cyfrowych oczekujemy znacznie więcej: mają być elastyczne, uczące się i zorientowane na potrzeby klientów.

Klasyczna automatyzacja opierała się na sztywnych schematach działania. Raz skonfigurowane maszyny wykonywały swoje zadania deterministycznie – nawet jeśli oznaczało to wielokrotne powielanie tych samych błędów. Współczesne usługi muszą natomiast uczyć się w sposób ciągły i dostosowywać do zmieniających się wymagań, wykorzystując sztuczną inteligencję oraz cyfrowe bliźniaki.

W ramach grupy technologicznej HARTING za rozwój takich rozwiązań odpowiada Center of Excellence Digital Transformation. Jednostka ta rozwija między innymi usługi cyfrowe umożliwiające nowy model automatyzacji: systemy asystujące oparte na AI, konfigurator Han®, zautomatyzowane procesy inżynierskie, cyfrowe usługi wiedzy oraz wykorzystanie cyfrowych bliźniaków w całej organizacji. Celem jest stworzenie pomostu między klasyczną logiką maszyn a inteligentnymi rozwiązaniami opartymi na danych.

Cyfrowy bliźniak jako technologia kluczowa

W centrum znajduje się cyfrowy bliźniak, który w firmie HARTING jest konsekwentnie rozwijany w oparciu o powłokę administracyjną zasobu (AAS). Zapewnia on kompleksowe, wirtualne odwzorowanie produktów, procesów i zastosowań oraz integruje dane z obszarów projektowania, produkcji i eksploatacji. Tworzy to solidną podstawę do automatyzacji decyzji, generowania wariantów oraz inteligentnego sterowania usługami. Czasy prostych sygnałów wejścia/wyjścia (I/O) dobiegły końca – nowoczesna automatyzacja wymaga pełnych, ustrukturyzowanych modeli danych.

Im więcej czasu przeznaczone zostanie na rozwój technologii, tym łatwiej będzie mogło być w coraz większym stopniu automatyzowane. Im mniej czasu pochłaniają czynności rutynowe, tym więcej pozostaje go na kreatywną i wartościową pracę rozwojową.

Rynek dopiero na początku drogi

Pomimo dużego potencjału szerokie wdrożenie uczących się usług nadal znajduje się na wczesnym etapie. W firmie HARTING powstają już pierwsze rozwiązania gotowe do wdrożenia – takie jak konfiguratory wspierane przez AI, automatycznie generowane pakiety danych czy procesy inżynierskie oparte na cyfrowych bliźniakach.

W przyszłości powstaną w pełni zintegrowane, samouczące się łańcuchy usług. Branża znajduje się obecnie w dynamicznej fazie transformacji, w której firmy takie jak HARTING krok po kroku wdrażają nowe rozwiązania.

Perspektywa: przyszłość automatyzacji

Transformacja w kierunku uczących się, cyfrowych usług jest nieodwracalna. Modele AI, analizy szeregów czasowych oraz cyfrowe bliźniaki zasadniczo zmienią oblicze automatyzacji przemysłowej. W przyszłości usługi nie tylko będą automatyzować zadania, lecz także rozpoznawać potrzeby klientów na wczesnym etapie i proponować odpowiednie rozwiązania. Ich skuteczność będzie rosła wraz z każdą interakcją – systemy staną się bardziej kontekstowe, precyzyjne i elastyczne.

Największym wyzwaniem pozostaje

jakość danych. Tylko kompletne,

ustrukturyzowane i spójne dane

umożliwią systemom cyfrowym

samodzielne podejmowanie trafnych

decyzji. Kierunek rozwoju jest jednak

jednoznaczny: automatyzacja

przemysłowa przyszłości będzie

cyfrowa, ucząca się i konsekwentnie

zorientowana na klienta.



Andreas Wedel
Director Digital Transformation,
HARTING Technology Group

JAK IT PRZENIKA DO CZUJNIKÓW TECHNOLOGII

Tam, gdzie dotąd funkcjonowały wyraźnie rozdzielone światy poziomu pola i nadrzędnej warstwy IT, dziś obszary te coraz silniej się przenikają. W centrum tej zmiany znajduje się pytanie, jak efektywnie, czytelnie i bez luk informacyjnych przekazywać dane z poziomu maszyn do systemów cyfrowych. To właśnie w tym obszarze firma Perinet wprowadza nowatorskie podejście, które przełamuje dotychczasowe granice.

Dr. Karsten Walther
Managing Director
Perinet GmbH

Perinet to

niemieckie przedsiębiorstwo technologiczne, które bezpośrednio łączy czujniki, elementy wykonawcze i systemy IT. Oferowane rozwiązania umożliwiają bezpieczną, ciągłą komunikację danych – od urządzeń polowych aż po nadrzędne systemy oraz środowiska chmurowe. W ten sposób firma Perinet tworzy fundament dla nowoczesnych, opartych na danych środowisk produkcyjnych oraz ułatwia wykorzystanie sztucznej inteligencji w przemyśle.

Bezpośrednia komunikacja między IT a czujnikami

Tradycyjne systemy opierają się na zamkniętych magistralach i bramach komunikacyjnych, które wykorzystują dane na poziomie pola i przekazują je do IT tylko w razie potrzeby. Proces ten powoduje opóźnienia, powstawanie luk informacyjnych oraz zwiększa złożoność integracji. Firma Perinet umożliwia bezpośrednią komunikację opartą na Ethernet – od czujnika aż po poziom IT.

Ciągłość ta opiera się na technologii Single Pair Ethernet (SPE), która wprowadza komunikację Ethernet do najmniejszych urządzeń. Współczesne mikrokontrolery zapewniają dziś moc obliczeniową w formie czujnika, a SPE uzupełnia te możliwości, oferując odpowiedni, kompaktowy interfejs sieciowy.

Inteligencja przenosi się do czujników

Wraz ze wzrostem mocy obliczeniowej zmienia się rola i zakres funkcji czujników. Dane nie są już przekazywane w formie surowej, lecz jako przetworzone, istotne informacje. Czujnik, który wcześniej przekazywał jedynie wartość napięcia, dziś dostarcza bezpośrednio informację istotną dla podejmowania decyzji – na przykład poziom napełnienia zbiornika.

W efekcie powstaje inteligentny przepływ danych, który odciąża systemy IT i ogranicza obciążenie sieci. Technologia czujników staje się pierwszą warstwą przetwarzania i tworzy fundament dla coraz głębszej integracji technologii IT z poziomem pola.

Przyszłość automatyzacji

Automatyzacja przyszłości będzie projektowana w sposób holistyczny – poziom pola i warstwa IT będą się wzajemnie uzupełniać.

Poziom pola:

Usieciowione, inteligentne czujniki, które wstępnie przetwarzają dane, interpretują je, komunikują w sposób bezpieczny oraz wspierają automatyzację procesów produkcyjnych.

Warstwa IT:

Sztuczna inteligencja, uczenie maszynowe oraz optymalizacja procesów w oparciu o dane.

Podczas gdy dawniej sterowanie maszyn stanowiło centralny element automatyzacji, dziś ciężar innowacji coraz wyraźniej przesunął się w stronę warstwy IT, gdzie dane mogą być analizowane przekrojowo, a procesy – dynamicznie optymalizowane.

Przykład z praktyki:

istniejące instalacje przemysłowe (brownfield)

Podjęcie to szczególnie dobrze sprawdza się w istniejących instalacjach przemysłowych (brownfield). Zamiast kosztownej integracji różnych systemów sterowania, firma Perinet pozyskuje dane bezpośrednio z czujników – równoległe do istniejącego systemu PLC, bez ingerencji w bieżącą pracę instalacji.

W złożonych systemach, takich jak linie rozlewnicze, wystarczy odczyt kilku kluczowych punktów danych, aby uzyskać wgląd w wydajność i poziom odrzutów. Operatorzy korzystają z minimalnego nakładu wdrożeniowego, ustandaryzowanej infrastruktury oraz możliwości bezpiecznej modernizacji nawet wieloletnich maszyn.

Złącza jako element umożliwiający rozwój

Integracja IT z technologią czujników stawia nowe wymagania wobec technologii połączeń. Złącza hybrydowe, które łączą przesył energii i danych w jednym interfejsie, stają się fundamentem nowoczesnej automatyzacji. Podobnie jak USB doprowadziło do standaryzacji w IT, tak w przemyśle kompaktowe rozwiązania hybrydowe – na przykład w ekosystemie Single Pair Ethernet – zmierzają w tym samym kierunku.

* KORZYŚCI DLA KLIENTA

DRONY: NOWY WYMIAR AUTOMATYZACJI

Bezzałogowe statki powietrzne (Unmanned Aerial Vehicles – UAV) zyskują coraz większe znaczenie w dynamicznie rozwijającym się środowisku cyfrowym. Firmy dążą do transformacji cyfrowej swoich procesów przemysłowych, aby obniżyć koszty i poprawiać warunki pracy. Niezależnie od tego, czy chodzi o mapowanie dużych obszarów, inteligentne wykrywanie przeszkód czy w pełni zautomatyzowane operacje precyzyjnego dozowania wody, nawozów i innych substancji – komercyjne drony i quadcoptery wspierają rozwój przemysłowej autonomii oraz wnoszą automatyzację w różnych sektorach na wyższy poziom.



Norbert Weiß
Teamleader Marketing Service,
HARTING Electric

Europejskie standardy przemysłów a optymalizacja SWaP

Postęp technologiczny – w tym **zwiększona wydajność baterii, zaawansowane czujniki obrazowania oraz funkcje autonomiczne oparte na AI** – znacząco rozszerzył możliwości zastosowania dronów w wielu branżach. W efekcie drony przeszły drogę od urządzeń hobbystycznych do systemów krytycznych operacyjnie wykorzystywanych w rolnictwie, logistyce, inspekcjach, bezpieczeństwie publicznym i wielu innych obszarach.

Wielkość (**Size**), masa (**Weight**) i moc (**Power**) mają kluczowe znaczenie dla optymalizacji wydajności, manewrowości i zasięgu dronów komercyjnych. W branży określa się to skrótem **SWaP**. Jako lider w dziedzinie przemysłowych złączy firma HARTING rozpoznała rosnące zapotrzebowanie na odporne rozwiązania połączeniowe i systemy okablowania przeznaczone do zastosowań przemysłowych. Rozwiązania Han® MPC30 i MPC60 stanowią optymalne rozwiązanie dla połączeń między kluczowymi modułami systemu, zapewniając wysoką integralność sygnału. Uzupełnieniem są rozwiązania z zakresu komunikacji urządzeń oraz rozwój technologii 3D-MID, które otwierają nowe możliwości dla zautomatyzowanych operacji lotniczych.

Połączenie między: moduł dystrybucji zasilania, sterownik i akumulator

Drony oraz inne roboty mobilne – w tym roboty humanoidalne – mają podobną

architekturę punktów połączeń. Powszechnie stosowane **akumulatory LiPo**, zarówno w wersjach standardowych, jak i inteligentnych, dostarczają energię do **modułu dystrybucji zasilania (PDB)**. Moduł PDB stanowi centralny interfejs między akumulatorem a **elektronicznym regulatorem prędkości (ESC)**. ESC odpowiada za efektywne i niezawodne zarządzanie energią – steruje prędkością oraz kierunkiem obrotów silnika elektrycznego, zapewniając płynną pracę urządzenia. W zastosowaniach przemysłowych często wykorzystuje się trójfazowe bezszczotkowe silniki prądu stałego (BLDC), które charakteryzują się niskimi wymaganiami serwisowymi i długą żywotnością.

Złącza **Han® MPC30 i MPC60** zapewniają niezawodne połączenia między tymi kluczowymi elementami. Różne warianty obudów oraz wersje proste i kątowe dla płytek drukowanych (PCB) zwiększają elastyczność projektową. Połączenia między płytkami drukowanymi można dodatkowo realizować w sposób bardzo elastyczny dzięki systemowi złączy har-modular® PCB.

Wtykowe ramiona dronów umożliwiają skalowanie systemu pod kątem transportu większych ładunków

Modułowe architektury i podejście platformowe stanowią obecnie standard w zapewnianiu elastyczności systemów – dotyczy to również UAV. Możliwość dodawania ramion drona w celu transportu większych ładunków oraz wymiany narzędzi pozwala łatwo dostosować system do różnych zastosowań. Kluczową rolę odgrywają tutaj interfejsy wtykowe, które zapewniają wymaganą modułowość.

Okablowane na stałe ramiona dronów mogą stanowić wąskie gardło podczas prac serwisowych. Diagnostyka usterek jest czasochłonna i często wymaga interwencji specjalistów. Rozwiązanie ICC 20 DAC (Drone Arm Connector) eliminuje te ograniczenia – ramiona można łatwo podłączać i odłączać, co znacząco upraszcza wymianę uszkodzonych elementów lub rekonfigurację systemu.

Niezawodna i stabilna transmisja wideo i sygnałów

Komercyjne drony wymagają niezawodnych połączeń dla kamer oraz czujników pomiaru ładunku. Firma HARTING oferuje rozwiązania odporne na wstrząsy i wibracje, obsługujące transmisję danych do poziomu Cat. 8.2 (40 Gbit/s), a także rozwiązania światłowodowe zapewniające bezzakłóceniovą transmisję. Stabilne połączenia dla systemów kamer mogą być realizowane przy użyciu HARTING ix Industrial® lub przyszłościowego rozwiązania Single Pair Ethernet (SPE) – T1 Industrial.

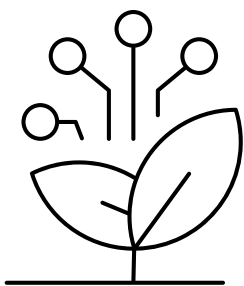
Kompaktowe anteny – oszczędność miejsca i masy

Technologia 3D-MID umożliwia projektowanie anten w trzech wymiarach oraz ich bezpośrednią integrację w strukturze urządzeń. Dzięki temu możliwe jest precyzyjne dopasowanie anten do kompaktowych i złożonych obudów, co pozwala efektywnie wykorzystać dostępną przestrzeń. Możliwość umieszczenia anten dokładnie tam, gdzie są potrzebne, wspiera aplikacje wysokiej częstotliwości i zapewnia stabilną łączność bezprzewodową nawet w wymagających warunkach. Technologia 3D-MID oferuje dużą swobodę projektową oraz redukcję masy, spełniając jednocześnie wymagania dotyczące wydajności i integracji.

AUTOMATYZACJA W SEKTORZE ROLNICZYM

– UNIWERSALNY POZIOM POLA
W ALL ELECTRIC SOCIETY (AES)

Rolnictwo doświadcza obecnie przełomu technologicznego. Elektryfikacja, cyfryzacja i automatyzacja dynamicznie wkraczają do środowiska rolniczego, łącząc efektywność ze zrównoważonym rozwojem. To, co dojrzało w halach produkcyjnych – a więc na przemysłowym poziomie pola – staje się dziś fundamentem autonomicznych, selektywnych i precyzyjnie sterowanych procesów w uprawie roli.



Kluczowym mechanizmem jest transfer sprawdzonych rozwiązań. Na bazie robotyki udojowej, w której komponenty napędowe (motion) od lat stanowią standard, rozwijane są roboty do pielenia, oprysków, siewu oraz rozwiązania do selektywnego zbioru. Niewielkie, usieciowione jednostki realizują zadania autonomicznie – sterowane przez systemy nadrzędne integrujące dane z czujników, systemów satelitarnych, prognoz pogody, parametrów gleby oraz cyfrowych planów upraw.

Poziom pola staje się integralną częścią przestrzeni danych. Klasyczne, deterministyczne systemy sterowania przestają być wystarczające. Autonomia wymaga ścisłej integracji elementów wykonawczych i czujników z rozwiązaniami chmurowymi oraz inteligencją brzegową (edge), a także spójnych koncepcji cyfrowego bliźniaka aż do poziomu komponentów. Rozwiązania przemysłowe zapewniają skalę i tempo wdrożeń, natomiast adaptacje specyficzne dla rolnictwa umożliwiają ich niezawodne zastosowanie w warunkach polowych.

Wiele z opisanych scenariuszy ma nadal charakter wizji i nie stanowi jeszcze powszechnego standardu – wyraźnie jednak wskazuje kierunek rozwoju branży.

Widoczna jest wyraźna konwergencja sektorów: systemy magistral polowych integrują się ze standardami opartymi na Ethernet oraz specyfikacjami typu companion (towarzyszycami). Zamiast rozwiązań zamkniętych roślinie znaczenie wykorzystania komponentów przemysłowych z odpowiednimi adaptacjami – wspieranych ekonomicznie przez efekt skali oraz technicznie przez sprawdzone, niezawodne moduły. Rozwój dodatkowo przyspieszają startupy: nowe roboty rolnicze powstają często na bazie przemysłowych napędów,

Przyszłość technologii rolniczych kształtuje się na styku przemysłowego poziomu pola i praktyki rolniczej.

sterowników i zaworów, dostosowanych do pracy w warunkach wibracji, wilgoci, zapylenia i kontaktu z chemikaliami.

Przykładem są systemy precyzyjnego oprysku, wykorzystujące zmodyfikowane zawory i odpowiednie złącza. Pneumatyczne rozwiązania automatyzacji firmy Festo realizują funkcje sterowania w aplikacjach ochrony roślin. **Zdolność łączeniowa staje się kluczowym czynnikiem.** Złącza stosowane w warunkach polowych są potencjalnie najsłabszym ogniwem – a jednocześnie elementem decydującym o dostępności systemów. W przeciwieństwie do środowiska fabrycznego, naprawy muszą być często wykonywane bezpośrednio w terenie przez personel bez specjalistycznego przygotowania. Dlatego interfejsy powinny być projektowane tak, aby umożliwiały szybki, bezpieczny i intuicyjny

montaż oraz wymianę. Odpowiednia ergonomia, jednoznaczne kodowanie i wytrzymałe obudowy stanowią kluczowy element koncepcji eksploatacji i serwisu.

Nadrzędne ramy wyznacza pozytywna narracja technologiczna: postęp przynosi wartość, jeśli jest konsekwentnie wykorzystywany. Rolnictwo, które łączy bioróżnorodność z produktywnością, jest trudne do wyobrażenia bez szerokiego zastosowania elektryfikacji, cyfryzacji i automatyzacji. Firma Festo, opierając się na swoich kompetencjach w zakresie automatyzacji przemysłowej – od technologii motion i czujników po edukację techniczną – może wspierać tę transformację w sposób pragmatyczny: poprzez komponenty gotowe do integracji cyfrowej oraz współpracę z producentami OEM wdrażającymi funkcje AI, takie jak detekcja i podejmowanie decyzji.

Przyszłość technologii rolniczych powstaje na styku przemysłu i praktyki rolniczej. Nowoczesne komponenty automatyzacji, niezawodna zdolność łączeniowa oraz ciągły przepływ danych aż do chmury stanowią fundament dla autonomicznych systemów pracujących w polu. Wykorzystanie tej konwergencji zwiększa odporność sektora rolniczego – zarówno w wymiarze ekonomicznym, jak i ekologicznym.



Christine Marie von der Ohe
Business Development,
Agricultural Technology at Festo

Cyfrowy bliźniak w firmie Festo – przestrzenie danych aż do poziomu komponentów

Firma Festo konsekwentnie rozwija swoje komponenty w kierunku zdolności do odwzorowania w postaci cyfrowego bliźniaka i aktywnie wspiera te działania w ramach Industrial Digital Twin Association (IDTA). Dla napędów, zaworów i czujników tworzone są standaryzowane odwzorowania cyfrowe, które łączą dane techniczne, funkcje oraz informacje diagnostyczne. Umożliwiają one symulację, wirtualne uruchomienie oraz płynną integrację z powłokami administracyjnymi zgodnie ze standardem Przemysłu 4.0.

W szczególności w rolnictwie przyspiesza to integrację z systemami autonomicznymi: komponenty przystosowane do pracy w terenie mogą być szybciej parametryzowane, monitorowane i dostosowywane do zmiennych warunków. Cyfrowy bliźniak stanowi tym samym podstawę dla precyzyjnych, usieciowionych i skalowalnych systemów rolniczych.

JAK UPRAWNE POLA STAJĄ SIĘ ŚRODOWISKIEM ZAAWANSOWANEJ TECHNOLOGII



To, co kiedyś opierało się na jasno zdefiniowanych schematach „jeśli-to”, dziś zastępowane jest przez systemy zdolne rozpoznawać sytuacje, analizować je i odpowiednio reagować. Ta zmiana jest szczególnie widoczna w rolnictwie – środowisku z natury zmiennym, zależnym od warunków pogodowych, procesów biologicznych i nieprzewidywalnej dynamiki.

Postęp w technologiach rolniczych dokonuje się obecnie tam, gdzie łączą się funkcje selektywne, kognitywne i autonomiczne. Nowe rozwiązania umożliwiają automatyzację zadań, które dotąd były domeną człowieka. Zbiory owoców, pielęgnacja winorośli czy zwalczanie chwastów – wszędzie tam, gdzie konieczne są indywidualne decyzje, systemy oparte na sztucznej inteligencji otwierają nowe możliwości.

Motywacja jest jasna:

Branża potrzebuje większej precyzji, aby działać bardziej zrównoważenie, a jednocześnie musi kompensować niedobór siły roboczej.

Automatyzacja staje się warunkiem produkcji żywności w sposób zasobooszczędny – ukierunkowany, a nie masowy. Podstawą są technologie, które dziś są dostępne w cenach jeszcze niedawno nieosiągalnych: wydajne jednostki obliczeniowe typu edge, zaawansowane systemy analizy obrazu oraz precyzyjne odbiorniki satelitarne.

Na szczególną uwagę zasługuje zmiana perspektywy:

Sektor rolniczy, często postrzegany jako konserwatywny, stawia automatyzacji wyjątkowo wysokie wymagania – każda roślina jest wyjątkowa.

Uprawa wymaga systemów zdolnych do pracy z żywymi, heterogenicznymi organizmami.

Dobrym przykładem jest nowa generacja wielofunkcyjnych platform nośnych pełniących rolę autonomicznych pojazdów bazowych. Precyzyjna nawigacja satelitarna zapewnia utrzymanie toru jazdy, a czujniki monitorują stan maszyny i jej otoczenie. Na tej podstawie działają moduły AI oparte na analizie obrazu, które w czasie rzeczywistym oceniają stan roślin, wykrywają chwasty i identyfikują parametry wzrostu. Całość przetwarzania odbywa się lokalnie – bez zależności od chmury.

Efektom jest działanie selektywne: narzędzia mechaniczne usuwają chwasty z wysoką precyzją, a osprzęt reaguje indywidualnie na każdą roślinę.

Autonomia staje się tym samym praktycznym narzędziem efektywnego gospodarowania zasobami.

Elektromechanika to krytyczny, często niedoceniany obszar. Jednym z najczęściej niedocenianych aspektów jest elektromechanika. W praktyce polowej większość awarii nie ma charakteru mechanicznego, lecz elektrycznego. Do najczęstszych przyczyn należą: korozja złączy, niska jakość połączeń zaciskanych (crimp) oraz brak odpowiedniego odciążenia przewodów. Układ elek-

O firmie digital workbench:

digital workbench to firma inżynierska, która wprowadza zaawansowaną automatyzację do sektora off-highway oraz rolnictwa. Połączenie wiedzy agronomicznej z nowoczesnymi technologiami – takimi jak czujniki, systemy nawigacji i sztuczna inteligencja – czyni z zespołu specjalistów w zakresie selektywnych, autonomicznych procesów polowych.

Dzięki modułowym platformom i inteligentnym systemom analizy obrazu firma opracowuje rozwiązania praktyczne, wydajne, odporne i zasobooszczędne, wspierając producentów maszyn we wdrażaniu autonomii w realnych warunkach pracy.

tryczny stanowi centralny układ nerwowy maszyny – a jego jakość bezpośrednio wpływa na dostępność i wydajność.

Kluczowe znaczenie mają: szczelność, na czynniki środowiskowe i chemiczne, pewne mechaniczne ryglowanie, skuteczne odciążenie przewodów. Złącza muszą wytrzymywać wysokie obciążenia, wibracje, zabrudzenia oraz mycie wysokociśnieniowe. **Prawidłowe prowadzenie, zabezpieczenie i odciążenie przewodów znacząco ogranicza liczbę awarii.**

To właśnie te detale decydują o przejściu od koncepcji automatyzacji do stabilnej i opłacalnej eksploatacji w warunkach polowych. Rolnictwo pokazuje, jak wymagająca – a zarazem przełomowa – może być automatyzacja poza środowiskiem fabrycznym. Łączy odpowiedzialność ekologiczną, konieczność ekonomiczną oraz innowację technologiczną.

digital-workbench.de



Przyszłość automatyzacji nie rozgrywa się wyłącznie w parkach przemysłowych – równie wyraźnie kształtuje się na polach uprawnych, tam, gdzie technologia bezpośrednio styka się z naturą.

Josef Schmidt
Managing Director
digital workbench



AUTONOMIA NA POLACH

Czujniki, automatyzacja oraz procesy oparte na danych fundamentalnie zmieniają pracę w rolnictwie. Automatyzacja jest obecna w technice rolniczej już od lat 90. zeszłego wieku.

Jednym z pierwszych przykładów była automatyczna regulacja belki opryskowej w opryskiwaczach, która dzięki ultradźwiękom samoczynnie dostosowuje wysokość roboczą. W latach 2000. pojawiła się automatyczna kontrola sekcji (Section Control), eliminująca nakładki i dziś stanowiąca standard w wielu regionach. Rozwiązania te wyraźnie odciążają operatora i zapewniają precyzyjne, powtarzalne rezultaty pracy.

Stefan Kiefer
Head of Plant
Production
Innovation at
Amazone

O firmie Amazone

Firma Amazone należy do wiodących producentów nowoczesnych maszyn rolniczych do uprawy gleby, siewu, nawożenia i ochrony roślin. Założone w 1883 roku przedsiębiorstwo rodzinne z siedzibą w Hasbergen-Gaste opracowuje maszyny i rozwiązania cyfrowe dla wydajnego, zrównoważonego i precyzyjnego rolnictwa. Na całym świecie firma Amazone kojarzona jest z innowacyjnością – od inteligentnych systemów wspomagania po usieciowane maszyny zdolne do autonomicznej pracy.

Wraz z postępującą cyfryzacją w centrum uwagi znajdują się już nie pojedyncze funkcje, lecz całe procesy robocze.

Systemy takie jak EasyTram planują ścieżki przejazdu na podstawie danych geograficznych jeszcze przed rozpoczęciem pracy. Maszyny działają przy tym w pełni autonomicznie – co jest konieczne, ponieważ obszary rolnicze często nie zapewniają stabilnej łączności sieciowej. Dlatego wszystkie algorytmy działają lokalnie na urządzeniu, które w razie potrzeby przesyła jedynie dane statusowe.

Najnowsza generacja rozsiewaczy nawozu firmy Amazone stanowi istotny przełom technologiczny. Łącznie 16 radarowych czujników monitoruje proces aplikacji: po siedem czujników na każdą stronę w systemie ArgusTwin analizuje kąt rozrzutu i zapewnia precyzyjny rozkład poprzeczny. Dwa dodatkowe czujniki mierzą rzeczywistą odległość wyrzutu i porównują tor lotu granuli nawozu z danymi referencyjnymi w czasie rzeczywistym. Pozwala to po raz pierwszy nie tylko precyzyjnie sterować rozkładem poprzecznym i wzdłużnym, ale także stale go monitorować. W przypadku odchylenia system wzywa operatora do wykonania testu rozsiewu.

Wszystkie dane trafiają do chmury, umożliwiając optymalizację w całym cyklu życia – to wyraźne odejście od dawnych, statycznych tabel nastaw.

Ciągłe sprzężenie zwrotne otwiera nowe możliwości: firma Amazone może doskonalić algorytmy, dealerzy otrzymują precyzyjne dane diagnostyczne, a producenci nawozów zyskują informacje zwrotne dotyczące jakości swoich produktów.

W ten sposób maszyna doskonali się w trakcie użytkowania –

co stanowi istotną różnicę względem klasycznej automatyzacji przemysłowej, gdzie konfiguracja sprzętu ma zazwyczaj charakter jednorazowy.

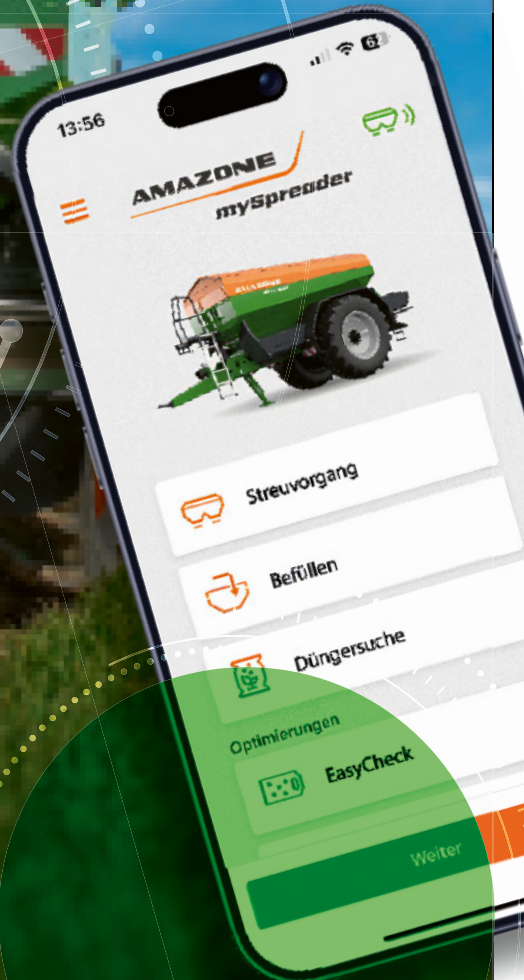
Kierunek rozwoju jest jednoznaczny: im dokładniej procesy są monitorowane i zabezpieczane, tym bliżej jesteśmy pełnej autonomii. W uprawie gleby autonomiczne zastosowania są już rzeczywistością. W przypadku rozsiewaczy nawozu firma Amazone osiąga dziś – według Stefana Kiefera – poziom monitorowania procesu wynosi około 99%. Otwarte pozostają przede wszystkim kwestie bezpieczeństwa otoczenia przy dużych szerokościach roboczych, sięgających nawet 72 metrów.

Warto jednak zauważyć, że maszyny rolnicze pracują na terenach prywatnych, co oznacza inne uwarunkowania niż w ruchu drogowym.

Sztuczna inteligencja znajduje obecnie zastosowanie głównie tam, gdzie przetwarzane są dane obrazowe –

na przykład przy rozpoznawaniu chwastów z wykorzystaniem kamer lub dronów. W tych obszarach wykorzystywane są rozwiązania chmurowe oraz coraz częściej przetwarzanie brzegowe (edge computing). W pozostałych funkcjach nadal dominuje deterministyczna technika regulacji, a rozwój wspierany przez AI odbywa się głównie w tle.

Technika rolnicza jest dziś jednym z najbardziej dynamicznych obszarów innowacji w świecie automatyzacji. Firma Amazone pokazuje, jak mechanika, czujniki i oprogramowanie tworzą spójny system – oraz jak powstają maszyny, które pracują coraz precyzyjniej, samodzielnie się monitorują i uczą się z każdym kolejnym sezonem.



MODUŁOWE ZŁĄCZA DLA ELASTYCZNEJ AUTOMATYZACJI

HAN-ECO® I HAN-MODULAR® UMOŻLIWIĄ KOMPAKTOWE INTERFEJSY W NOWYM COBOCIE FIRMY YAMAHA MOTOR

Toru Shiozaki
Regional Sales Manager,
HARTING K.K.

Firma Yamaha Motor oraz firma HARTING współpracują ze sobą od lat. W najnowszym projekcie rozwojowym złącze Han-Eco® zastosowano w połączeniu z systemem Han-Modular®, aby niezawodnie połączyć pierwszego robota współpracującego (cobota) – „Yamaha Motor Cobot” – z układem sterowania. Nowy cobot wyposażony jest w zasilanie 48 V DC (napięcia stałego), siedem osi oraz wysokoprecyzyjny czujnik momentu obrotowego umożliwiający dokładną regulację siły.

Dla firmy Yamaha Motor design oraz łatwość obsługi stanowią kluczowe aspekty w projektowaniu cobotów. Wymagania wobec robotów współpracujących rosną, ponieważ coraz częściej współdziałają one z człowiekiem – muszą więc być nie tylko funkcjonalne, lecz także intuicyjne i bezpieczne. Kluczową rolę odgrywa interfejs pomiędzy robotem a układem sterowania: powinien być kompaktowy, przejrzysty i odporny na błędy obsługi.

W procesie rozwoju nowego cobota konieczne było rozwiązanie szeregu wyzwań, w tym spełnienie norm bezpieczeństwa oraz wymagań kompatybilności elektromagnetycznej (EMC). Pierwotne rozwiązanie oparte na 8-pinowym module zasilającym Han-Modular® okazało się niewystarczają-

ce, ponieważ konieczne było dodanie dodatkowego uziemienia. Ze względu na ograniczoną przestrzeń interfejsu projekt był zagrożony.

Rozwiązaniem okazało się wprowadzenie systemu Han-Modular® Domino, który – dzięki modułom o połowę mniejszym od standardowych – zapewnił niezbędną elastyczność. Umożliwiło to dodanie dodatkowego styku uziemiającego poprzez rozdzielenie torów mocy i sygnałów, bez konieczności zwiększania rozmiaru interfejsu.

Modułowe złącza, takie jak Han-Eco® i system Han-Modular®, stanowią kluczowe elementy nowoczesnych rozwiązań automatyzacji i odpowiadają na rosnące wymagania dotyczące niezawodnych kanałów przesyłu energii i danych w koncepcji All Electric Society (AES). All Electric Society opisuje przyszłość, w której całe zapotrzebowanie na energię w społeczeństwie i przemyśle jest pokrywane w sposób zrównoważony i efektywny przez energię elektryczną pochodzącą ze źródeł odnawialnych.

Han-Eco® i Han-Modular® umożliwiają bezpieczną i kompaktową integrację przepływów energii i danych – co stanowi podstawowy warunek realizacji inteli-

gentnych, usieciowionych systemów automatyzacji. Zdolność do integracji wydajnego zasilania i szybkiej transmisji danych w jednym systemie nie tylko wspiera wdrażanie koncepcji AES, ale także umożliwia rozwój nowych modeli biznesowych i koncepcji produkcyjnych.

Transformacja automatyzacji widoczna jest również w rosnącej roli współpracy człowieka z maszyną. Coboty, takie jak te rozwijane przez firmę Yamaha Motor, stanowią doskonały przykład tego trendu. Nie są już wyłącznie narzędziami, lecz inteligentnymi partnerami, które elastycznie reagują na zmieniające się wymagania i odciążają pracowników w zadaniach wymagających, monottonnych lub obciążających fizycznie. Integracja modułowych interfejsów sprawia, że systemy te pozostają łatwe w obsłudze, bezpieczne i przygotowane na przyszłe wyzwania. Automatyzacja przyczynia się również do łagodzenia niedoboru wykwalifikowanej kadry oraz wspiera rozwój innowacji.

Firma Yamaha Motor odgrywa rolę pioniera, inwestując w kształcenie kolejnego pokolenia inżynierów robotyki oraz wspierając inicjatywy edukacyjne rozwijające kompetencje niezbędne w przemyśle przyszłości.



7-osiowy robot współpracujący firmy Yamaha Motor Co., Ltd. „Yamaha Motor Cobot” oraz kompaktowy sterownik 48 V DC w obudowie z tworzywa sztucznego Han-Eco®, wyposażony w moduły Han-Modular® i Han-Modular® Domino, zapewniające niezawodną i stabilną zdolność łączeniową.



O firmie Yamaha Motor Co., Ltd.
Firma Yamaha Motor Co., Ltd. jest globalnym przedsiębiorstwem oferującym technologie napędowe oraz rozwiązania w zakresie sterowania i technologii produkcji. Działalność firmy obejmuje wiele obszarów: segment „Land Mobility” – motocykle, pojazdy terenowe, rowery elektryczne i inne środki transportu, segment „Marine Products” – łodzie, silniki zaburtowe i inne rozwiązania przemysłowe, maszyny do montażu powierzchniowego, drony i inne urządzenia, segment „Financial Services” – finansowanie produktów i usługi powiązane.

Czym jest cobot?
Cobot (robot współpracujący) to robot przemysłowy zaprojektowany do bezpośredniej współpracy z człowiekiem. W przeciwieństwie do tradycyjnych robotów przemysłowych, które pracują w odseparowanych strefach, coboty mogą działać bezpiecznie obok operatora. Wyposażone są w inteligentne systemy sterowania wykrywające kolizje, co umożliwia pracę bez konieczności stosowania ogrodzeń ochronnych. Coboty przejmują zadania monotonne, niebezpieczne lub wymagające dużego wysiłku fizycznego, wspierając pracowników w codziennej pracy.

SZEREGI CZASOWE: FUNDAMENT SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W PRODUKCJI

Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe stanowią kolejny logiczny krok w automatyzacji przemysłowej. W miarę jak klasyczne rozwiązania automatyzacyjne stają się coraz bardziej zunifikowane, przedsiębiorstwa poszukują nowych czynników różnicujących. Obowiązuje przy tym zasada: wiele zastosowań AI już dziś jest opłacalnych ekonomicznie. Postęp nie wymaga jeszcze autonomicznych systemów agentowych.

Robert Weber

Dziennikarz w obszarze technologicznym, specjalizujący się w robotyce, sztucznej inteligencji i automatyzacji. Wspólnie z Peterem Seeborg prowadzi „Industrial AI Podcast”, który w przystępny sposób przybliża zagadnienia AI przemysłowej i uczenia maszynowego. Od 2019 roku działa jako niezależny ekspert, relacjonując trendy i rozwój cyfryzacji przemysłu.



Robert Weber
The Industrial AI Podcast

Obecnie największy potencjał widoczny jest w czterech obszarach: inżynierii, symulacji, systemach wizyjnych oraz – przede wszystkim – w obszarze szeregów czasowych. W inżynierii systemy AI wspierają projektowanie, parametryzację oraz dokumentację. W obszarze symulacji powstają modele oparte na AI, które pozwalają szybciej i łatwiej odwzorowywać złożone procesy fizyczne niż klasyczne narzędzia. Systemy wizyjne pozostają jednym z filarów AI przemysłowej, natomiast w obszarze szeregów czasowych wyraźnie rysuje się kolejny skok technologiczny.

Już dziś systemy wizyjne pokazują, jak skutecznie AI funkcjonuje w środowisku przemysłowym: kontrola jakości, rozpoznawanie obiektów i inspekcje są gotowe do zastosowań produkcyjnych. Kolejnym dużym obszarem jest analiza szeregów czasowych. Maszyny komunikują się poprzez dane z czujników, parametry procesowe oraz zużycie energii – a nowoczesne modele AI potrafią analizować te informacje z wysoką precyzją. Dzięki temu możliwe jest ekonomiczne wdrażanie takich zastosowań jak: utrzymanie predykcyjne, prognozowanie jakości, optymalizacja zużycia energii, prognozowanie popytu, często bez konieczności inwestycji w nowy sprzęt – nawet na istniejących jednostkach obliczeniowych.

Choć wiele mówi się o autonomicznych systemach agentowych czy samoopimalizujących się maszynach, rozwiązania te pozostają oddalone o około 10–15 lat. Brak standardów, wymagania bezpieczeństwa oraz modele biznesowe ograniczają dziś bezpośrednią integrację modeli AI z systemami sterowania. W praktyce optymalizacje realizowane są obecnie głównie w cyfrowym bliźniaku instalacji, zanim zostaną przeniesione do rzeczywistej produkcji.

Człowiek nadal pozostaje w pętli sterowania – przynajmniej na razie.

Systemy asystenckie oparte na AI, takie jak duże modele językowe, mogą w przyszłości ułatwić obsługę i konfigurację maszyn, a także łagodzić skutki niedoboru wykwalifikowanej kadry. Jednak również tutaj kluczowa jest opłacalność: **nie każda innowacja jest od razu uzasadniona ekonomicznie**. Istnieje wiele koncepcji demonstracyjnych, natomiast rzeczywista skalowalność pozostaje ograniczona.

W obszarze szeregów czasowych powstają obecnie duże modele podstawowe, które – podobnie jak w przypadku danych tekstowych – trenowane są na szerokich zbiorach danych.

Przemysł dysponuje znacznym zasobem danych, którego nie należy pochopnie udostępniać.

Kontrola nad tymi danymi umożliwia nie tylko optymalizację własnych produktów, lecz także rozwój nowych modeli biznesowych – aż po optymalizację produktów konkurencyjnych.

Transformacja będzie postępować stopniowo. Cykle rozwoju w automatyzacji ulegają skróceniu, jednak w pełni autonomiczne łańcuchy produkcyjne pozostają jeszcze odległą perspektywą.

Pewne jest jedno: sztuczna inteligencja nie zastąpi automatyzacji, lecz ją rozszerzy. Branża będzie stopniowo przechodzić od klasycznych systemów sterowania do systemów opartych na danych i zdolnych do uczenia się.

Dane publikacji

Wydawca:

HARTING Stiftung & Co. KG, Margrit Harting,
P.O. Box 11 33, D-32325 Espelkamp,
Phone: +49 5772 47-0, Fax +49 5772 47-400,
Internet: www.HARTING.com

Redaktorzy naczelni:

Dr. rer. nat. Stephan Middelkamp,
Andreas Huhmann

Zespół redaktorski Vogel:

Sebastian Human
Zespół redaktorski HARTING: Norbert Weiß, Dr. Volker Franke, Andreas Wedel, Thomas Kämper, Florian Raabe, Martin Wischmeyer, Mareike Knost, Toru Shiozaki

Osoba odpowiedzialna w aspekcie Prawa Prasowego:

Magdalena Okopska

Główny koordynator:

Lars Kühme, +49 5772 47-9982

Projekt i okładka:

trio-group I.AM communication & marketing GmbH,
www.trio-group.de

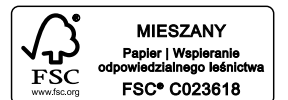
Druk:

Meinders & Elstermann GmbH & Co. KG, Belm

Przedruk całości lub fragmentów wymaga zezwolenia Wydawcy. Wszystkie znaki towarowe lub nazwy produktów należą do HARTING Stiftung & Co. KG lub innych organizacji.

Mimo naszych starań dla zapewnienia najwyższej jakości, mogą wystąpić błędy drukarskie lub zmiany parametrów produktów w krótkim czasie. Z tego powodu HARTING Stiftung & Co. KG jest jedynie zobowiązany do uwzględniania danych występujących w odpowiednim katalogu. Druk wykonano na papierze o znacznej zawartości makulatury, bielonym tlenowo bez użycia chloru, metodą przyjazną dla środowiska.

© 04/2026, HARTING Stiftung & Co. KG, Espelkamp. AWszelkie prawa zastrzeżone.



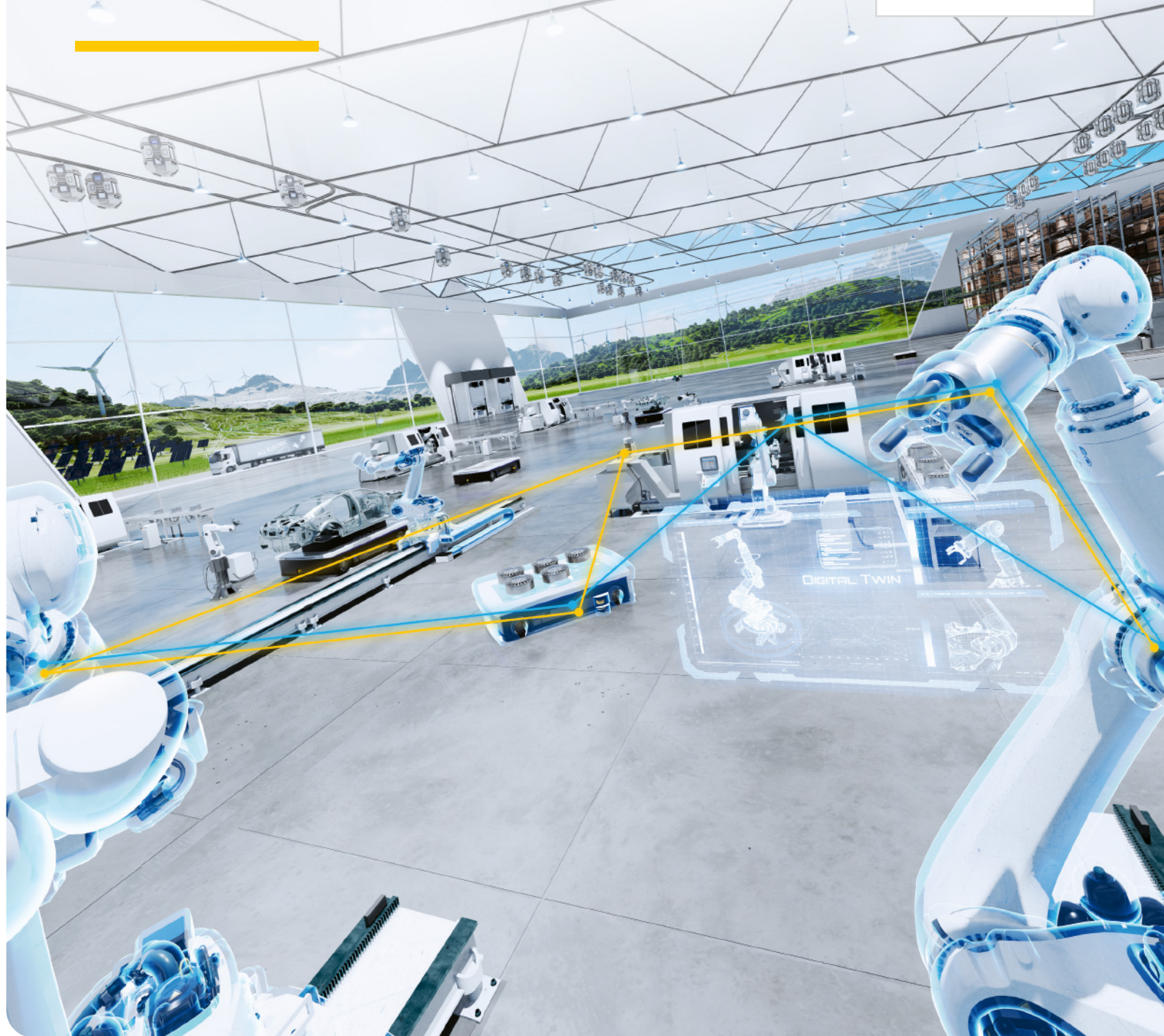
Zdjęcia

p. 1: Midjourney, HARTING | p. 2: HARTING | p. 3: HARTING | p. 4/5: ChatGPT, Midjourney, HARTING, Yamaha Motor Co., Ltd., digital workbench gmbh, Getty Images 201118279 / 2181133271 / 2140495878 / 2197568912 | p. 6/7: ChatGPT, Getty Images 201118279 | p. 8/9: HARTING | p. 10/11: Getty Images 2181133271, Prof. Dr. Martin Ruskowski/SmartFactory-KL | p. 12/13: Getty Images 2181133271, Simon Jungbluth/SmartFactory-KL | p. 14/15: Getty Images 2181133271, Pascal Rübel/Dr. Henning Gössling/SmartFactory-KL | p. 16/17: Getty Images 2140495878 / 2197568912, Prof. Kasper Hallenborg/University of Southern Denmark | p. 18/19: HARTING, Getty Images 944090292 | p. 20/21: Midjourney | p. 22/23: Midjourney, Getty Images 1329626273 / 1363689354 / 2216865249, Constantin Liepert/Siemens | p. 24/25: Getty Images 1578718955, shutterstock 2550699347 | p. 26/27: Getty Images 1253733832 | 2210490130, Dr. Karsten Walther/Perinet GmbH | p. 28/29: HARTING | p. 30/31: Festo Vertrieb GmbH & Co. KG, Christine Marie von der Ohe/Festo | p. 32/33: digital workbench GmbH, Joseph Schmidt/digital workbench | p. 34/35: Getty Images 1151087791 / 2523863125, Amazon, Stefan Kiefer/Amazon | p. 36/37: Yamaha Motor Co., Ltd. | p. 38/39: Getty Images 1321306814 / 197282026, Robert Weber/The Industrial AI Podcast | p. 40: HARTING

Odkryj przyszłościowe rozwiązania połączeniowe



Pushing Performance
Since 1945



Projektuj swoje systemy z myślą o zrównoważonej elektryfikacji, cyfryzacji i automatyzacji.

DLA ALL ELECTRIC SOCIETY.

www.HARTING.com



Odkrywaj
więcej!