

elektro technik

AUTOMATYK

4

PAŹDZIERNIK – LISTOPAD – GRUDZIEŃ 2026

Rok 9.

20⁰⁰ PLN
(w tym 8% VAT)
ISSN 2544-7351

elektrotechnikAUTOMATYK.pl



W 2025 r., kiedy to rynek robotów przemysłowych w UE skurczył się o 11%, Polska znalazła się w wąskim gronie krajów, w których liczba nowych instalacji wzrosła. Dystans pod względem poziomu robotyzacji wobec europejskich liderów pozostaje jednak wciąż duży.

Raport: Robotyzacja przemysłu

licensed by

 **VOGEL** COMMUNICATIONS
GROUP



DOKŁADNE WYNIKI DLA STABILNYCH PROCESÓW

TECHNIKA POMIAROWA I WAŻENIA DLA PRODUCENTÓW CZUJNIKÓW

MIERNIKI MOMENTU OBROTOWEGO | **KERN DB**

Narzędzia do wkręcania muszą niezawodnie utrzymywać wymagany moment dokręcania. Urządzenie pomiarowe szybko i efektywnie sprawdza moment obrotowy. Zapewnia to jakość połączenia i pomaga zapobiegać szkodom następczym. W efekcie można mieć pewność, że narzędzie działa prawidłowo.



Model	Maks. moment obrotowy	Działka odczytowa	Cena
DB 1-4	1 Nm	0.2 mNm	€ 1 750.- *

Odpowiednie akcesoria:

- **Fabryczne świadectwo kalibracji 961-120 - € 245.- ***

WAGI PRECYZYJNE | **KERN PCB**

W automatyce masa nawet najmniejszych elementów elektronicznych odgrywa kluczową rolę. Waga umożliwia powtarzalną kontrolę podczas produkcji. Wspiera to stabilność procesów i niezawodne funkcjonowanie systemów. Przebieg pracy pozostaje szybki i efektywny.



Model	Nośność	Działka odczytowa	Działka odczytowa	Cena
PCB 1000-2	1200 g	0.01 g	130×130 mm	€ 285.- *

Odpowiednie akcesoria:

- **Świadectwo kalibracji DAkkS 963-127 - € 108.- ***

WAGI PRECYZYJNE | KERN PCJ

Masy zalewowe wymagają precyzyjnie określonej wagi. Wagi pozwalają dokładnie kontrolować mieszaniny w laboratorium. Zapewnia to właściwe działanie masy zalewowej podczas montażu. Rośnie niezawodność procesu, a potrzeba poprawek maleje.



Model	Nośność	Działka odczytowa	Powierzchnia ważenia	Cena
PCJ 600-2M	600 g	0.01 g	131×131 mm	€ 420.- *

Odpowiednie akcesoria:

- Świadectwo kalibracji 963-127 - € 108.- *

SYSTEMY ZLICZAJĄCE | KERN CCS

Małe elementy można niezawodnie liczyć na podstawie ich masy. Nawet duże ilości można szybko zarejestrować. Przyspiesza to procesy inwentaryzacyjne i produkcję seryjną. Zmniejsza się nakład pracy, a liczenie stanów magazynowych staje się bardziej przewidywalne i efektywne.



Model	Rozdzielczość liczenia	Działka odczytowa wagi referencyjnej	Nośność wagi ilościowej	Cena
CCS 60K0.01L	1200000	10 mg	60 kg	€ 750.- *

Odpowiednie akcesoria:

- Świadectwo kalibracji DAkkS 962-129-127 - € 255.- *



Więcej informacji na:
<https://partner.kern-sohn.com/Flyers/S10336-570>

* Wszystkie ceny należy powiększyć o VAT i koszty wysyłki. Ceny obowiązują do 30.03.2027
S10336-570

W celu uzyskania fachowego doradztwa prosimy o kontakt:



Helga Biselli
Mierniki momentu obrotowego
Tel: +49 7433 9933-188
helga.biselli@kern-sohn.com



Jürgen Fünfer
Wagi liczące, systemy zliczające
Tel: +49 7433 9933-245
juergen.fuenfer@kern-sohn.com

KERN & SOHN GmbH
Ziegelei 1
72336 Balingen, Niemcy
info@kern-sohn.com
www.kern-sohn.com

Pomiar ciśnienia w Twoim procesie? Zostaw to nam!



Nasza technologia oferuje wszystko, czego potrzebujesz do pomiaru ciśnienia procesowego, hydrostatycznego i różnicy ciśnień w automatyzacji procesów. Na całym świecie rozwiązania VEGA są utożsamiane z niezawodnością i innowacjami, które wyznaczają trendy. Nasze przetworniki ciśnienia oferują znacznie więcej niż wydajne, zoptymalizowane procesy – zapewniają Ci spokój ducha, dzięki świadomości, że wybrałeś najlepszą dostępną technologię.

Wszystko jest możliwe. Z VEGA.



Czekam na Państwa pytania,
uwagi i sugestie pod adresem:
wojciech.traczyk@ravenmedia.pl

Koniec pilotaży czy szum medialny?

Kiedy Karel Čapek w 1920 r. wymyślił słowo „robot”, sięgnął po czeską „robotę” oznaczającą „ciężką pracę”. Sto lat później roboty zadomowiły się w fabrykach, choć wyglądają inaczej, niż wyobrażał sobie to czeski pisarz. Zamiast człiekokształtnych postaci mamy ramiona przykręcone do posadzki i coboty pracujące obok ludzi. Teraz jednak humanoidy wracają, i to z impetem.

Pierwsze humanoidy – Figure i Atlas – wyszły już z fazy pilotażowej. Filmy z robotami przenoszącymi detale na liniach montażowych zbierają miliony wyświetleń, a inwestorzy wykładają kolejne miliardy. Obietnica jest kusząca: maszyna, która odnajdzie się w świecie zaprojektowanym dla ludzi, ze schodami, drzwiami i regałami, bez przebudowy hali.

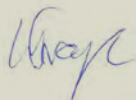
Analizy są jednak dużo ostrożniejsze. W większości zastosowań fabrycznych klasyczne ramię lub cobot wciąż daje lepszy zwrot z inwestycji. Jest szybsze, dokładniejsze, nie musi pilnować równowagi i nie wymaga ładowania po kilku godzinach pracy. Tradycyjny robot to wydatek przewidywalny, z okresem zwrotu, który da się policzyć. Humanoid wciąż jest w dużej mierze swego rodzaju zakładem o przyszłość. Do tego dochodzi bezpieczeństwo: normy dla robotów, które mogą się po prostu przewrócić, dopiero powstają.

Droga humanoidów bywała zresztą wyboista, czasem dosłownie. Podczas półmaratonu robotów w Pekinie wiosną 2025 r. część zawodników leżała już na starcie, a zwycięzca potrzebował ponad 2 godzin i 40 minut. Honda przez dwie dekady rozwijała robota ASIMO, aby w 2018 r. zakończyć ten projekt bez komercyjnego następcy. Tesla z kolei ogłosiła prace nad Optimusem, wypuszczając na scenę tancerza w kostiumie robota. Postęp od tamtej pory jest jednak ogromny i to on sprawia, że tematu nie da się zbyć wzruszeniem ramion.

Koniec pilotaży czy wciąż szum medialny? Uczciwa odpowiedź brzmi: po trochu jedno i drugie. Humanoid ma szansę zarobić na sobie tam, gdzie zadania są zmienne, a otoczenia nie da się łatwo dostosować do automatyki. Przy powtarzalnej pracy ramię robota długo pozostanie bezkonkurencyjne.

Wymownym sygnałem jest również to, że Międzynarodowa Federacja Robotyki (IFR) po raz pierwszy opublikowała dane dotyczące humanoidów. Skoro trafiły one do oficjalnych statystyk, przestały być wyłącznie atrakcją targową. Więcej o stanie robotyzacji przemysłu, w tym o rynku humanoidów, przeczytacie w naszym raporcie na stronach 10–15.

Wojciech Traczyk



Zapraszamy
do kontaktu!



elektrotechnik@elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Dołącz do nas!



facebook.com/ElektrotechnikAutomatyk



elektrotechnikAUTOMATYK.pl

So Small. So Strong.

Najmniejsze na świecie kątowe złącze M16 –
kompaktowe w rozmiarze, imponujące mocą.

// Tylko 22 mm wysokości – idealne tam,
gdzie liczy się każdy milimetr

// Kompatybilne ze wszystkimi wkładami
stykowymi M16

// Większa gęstość mocy – więcej możliwości
w Twojej aplikacji silnikowej



Przekonaj się, jak wiele mocy
mieści się w tak niewielkiej przestrzeni.
Odkryj ten produkt już teraz i
poproś o indywidualną konsultację.



Spis treści

NUMER 4 | PAŹDZIERNIK-LISTOPAD-GRUDZIEŃ 2026

Więcej niż kontrola jakości

System wizji maszynowej to układ współpracujących urządzeń elektronicznych, którego zadaniem jest automatyczna analiza otoczenia. Tworzą go elementy pozyskujące obraz (kamera, układ kamer lub skaner), odpowiedzialne za akwizycję i przetwarzanie danych oraz jednostka analizująca – procesor lub komputer ze specjalistycznym oprogramowaniem. Ponieważ większość badanych obiektów nie emituje światła, integralną częścią systemu są też oświetlacze. **S. 20**



źródło: Adobe Stock – I Viewfinder

Rynek & Branża

- 6 Wszystkie turbiny Baltic Power zainstalowane
- 7 Wydarzenia i zapowiedzi
- 10 Temat z okładki:
Robotyzacja przemysłu.
Co dzieli nas od liderów regionu?

Kontrola & Regulacja

- 16 Tor zamiast elektronów. W Wiedniu tyka pierwszy zegar jądrowy
- 17 Ciekawostki i produkty
- 18 Pomiar ciśnienia w ekstremalnych warunkach
- 20 Więcej niż kontrola jakości
- 22 Monitoring energii elektrycznej w MŚP.
Jak zbudować sprawny system?

Łączenie & Zasilanie

- 24 Udały testy ogniów akumulatorowych z anodami bogatymi w krzem
- 25 Ciekawostki i produkty
- 26 Najwyższa precyzja w produkcji chipów
- 28 Dodatkowa diagnostyka i IO-Link: zasilanie, które samo zgłasza problem

Przy tablicy

- 30 Luka kompetencyjna w automatyce

Ruch & Napędy

- 32 Wydajniejszy ruch egzoszkieletu dzięki inteligentnemu napędowi
- 33 Ciekawostki i produkty
- 34 Zdecentralizowana technika napędowa – kiedy w ogóle ma sens
- 36 Odzysk energii hamowania i wspólna szyna DC.
Jak ograniczyć zużycie energii w napędach

Automatyzacja & Robotyzacja

- 38 BMW stawia na fizyczną AI
- 39 Ciekawostki i produkty
- 40 Bosch Rexrot ROKIT – nowa era modułowej robotyki mobilnej
- 42 VDA 5050, czyli jak efektywnie zarządzać flotą AGV i AMR

Oprogramowanie & Inżynieria

- 44 Niezależne usługi chmurowo-brzegowe na rzecz niezależności technologicznej Europy
- 45 Ciekawostki i produkty
- 46 Bezpieczny z założenia. Co CRA zmienia w obowiązkach producentów?

Zawód, kariera, praca

- 48 Rynek pracy za kilka lat: wszechobecne AI i wolne piątki?

Stałe działy

- 3 Od redakcji
- 50 Stopka redakcyjna, zapowiedzi, wydarzenia

źródło: Unsplash – Hyundai Motor Group



VDA 5050, czyli jak efektywnie zarządzać flotą AGV i AMR

Dopóki w zakładzie jeździ kilka pojazdów jednego producenta, zarządzanie nimi nie sprawia większych kłopotów. Problem pojawia się wtedy, gdy flota rośnie, a obok wózków autonomicznych jednej marki zaczynają pracować roboty mobilne innej. **S. 42**

Monitoring energii elektrycznej w MŚP

System monitoringu energii elektrycznej w MŚP powinien pokazywać, które odbiorniki lub instalacje zużywają energię, kiedy i ile. Z reguły nie wymaga opomiarowania każdej maszyny ani rozbudowanej platformy informacyjnej. **S. 46**



źródło: Adobe Stock – grigovan

SPIS FIRM I REKLAMODAWCÓW

A

akYtec 17

B

Beckhoff 30
Bibus Menos 39
BMW 38
Bosch Rexroth 33, 40, 41, 45

C

Conrad Electronic 17, 25

D

Danfoss 9
Dassault Systèmes 8

E

Emerson 17, 45

F

Fanuc 39
Faulhaber 5, 32
Fraunhofer ISE 24
Fraunhofer ISST 44

H

Harting 25
HELU 25
HMS Networks 9
Honda 25
Hummel 3

I

IFR 10
igus 26, 27
item 33

M

Messe München 9
Microchip 45

N

Nord Drivesystems 33

O

Omron 8, 33
Orlen 6

P

Ptak Warsaw Expo 7

S

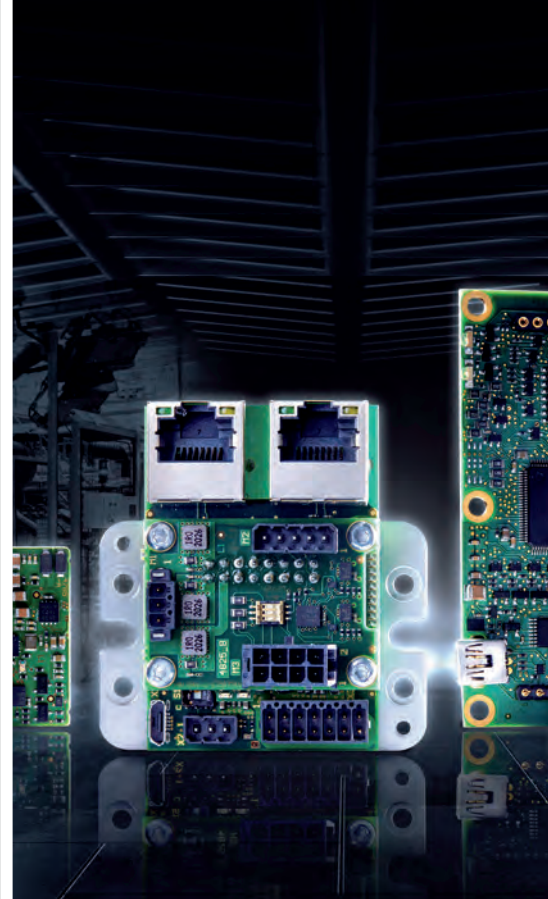
Siemens 30, 45

V

VEGA 17, 18, 2
Vertiv 8
Vogel Communications
Group 7, 52

Y

Yaskawa 30, 39



FAULHABER Motion Control

Zwiększ swój zakres ruchu

Dzięki wielu dostępnym opcjom, nowe kontrolery ruchu pasują do każdego zastosowania.

www.faulhaber.com/mc3603/en
FAULHABER Polska sp. z o.o.
info@faulhaber.pl



źródło: Orlen

Wszystkie turbiny Baltic Power zainstalowane

Po niespełna dwóch latach prac budowlanych na morzu wszystkie turbiny Baltic Power są już zainstalowane. Pierwsza w historii Polski morska farma wiatrowa jest w fazie rozruchu i przechodzi testy, aby za kilka miesięcy zapewniać energię elektryczną wystarczającą do zasilenia ponad 1,5 mln gospodarstw domowych.

Farma wiatrowa o mocy do 1,2 GW składa się z 76 turbin Vestas o mocy 15 MW każda – największego i najbardziej zaawansowanego modelu dostępnego w skali komercyjnej na rynku. Łopaty turbin mają długość około 115 m, a ich powierzchnia

omiatania wynosi 43 000 m² (więcej niż 6 boisk piłkarskich). Turbiny są posadowione na fundamentach o długości do 100 m, a całkowita wysokość każdej z nich od poziomu morza do szczytu łopat przekracza 250 m. Górne sekcje wybranych wież zostały wyprodukowane ze stali pochodzącej z recyklingu. Polska morska farma wiatrowa była pierwszym projektem, w którym zastosowano to rozwiązanie, które pozwala znacząco ograniczyć ślad węglowy turbin.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

MEORGA debiutuje w Polsce – targi AKPiA w EXPO XXI

etA PATRONAT



źródło: Vogel Communications Group

Międzynarodowy cykl targów specjalistycznych MEORGA w 2027 r. po raz pierwszy zawita do Polski. Pierwsza edycja w naszym kraju odbędzie się 17 marca 2027 r. w EXPO XXI w Warszawie.

MEORGA to targi poświęcone technice pomiarowej, sterowania, regulacji i automatyzacji oraz systemom sterowania procesami, czyli aparaturze kontrolno-pomiarowej i automatyce (AKPiA). Organizuje je MEORGA GmbH, należąca do Vogel Communications Group. W 2027 r. wydarzenie odbędzie się w siedmiu miastach: w Niemczech (Hamburg, Leverkusen, Ludwigshafen, Landshut), w Austrii (Wiedeń) oraz – po raz pierwszy – w Szwajcarii (Bazylea) i w Polsce (Warszawa).

Regionalnie, kompaktowo, kompetentnie

Wyróżnikiem MEORGA jest formuła jednodniowych targów „blisko klienta”. Zamiast wielodniowej ekspozycji – jeden dzień (w godzinach 8:00–16:00) skoncentrowany na rozmowach merytorycznych. Na stoiskach dyżurują regionalni przedstawiciele firm, nastawieni na rozmowę o konkretnych rozwiązaniach. Ekspozycji towarzyszą prelekcje specjalistyczne.

Dlaczego warto się wystawić

MEORGA daje bezpośredni dostęp do decydentów i specjalistów odpowiedzialnych za optymalizację procesów – m.in. z przemysłu chemicznego, farmaceutycznego i spożywczego, energetyki, gospodarki wodno-ściekowej czy branży naftowo-gazowej. Udział w jedno-

dniowym wydarzeniu ogranicza koszty i czas pracy zespołu stoiskowego, a kameralna atmosfera sprzyja pozyskiwaniu nowych klientów i podtrzymywaniu relacji z obecnymi. Termin nie koliduje z najważniejszymi wiosennymi targami przemysłowymi w Polsce.

Dlaczego warto odwiedzić targi

Wstęp i udział w prelekcjach są bezpłatne, a organizator zapewnia poczęstunek. Zwiedzający mogą bez pośpiechu porównać rozwiązania i porozmawiać z ekspertami. Wymagana jest wcześniejsza rejestracja na stronie internetowej wydarzenia – uczestnik otrzymuje identyfikator z kodem QR uprawniający do wejścia.

więcej: meorga.pl

Jubileuszowa 10. edycja Warsaw Industry Week już w listopadzie

Dziesięć lat temu narodziła się idea stworzenia miejsca, które połączy przemysł, technologie i ludzi z pasją do innowacji. Dziś Warsaw Industry Week należy do najważniejszych wydarzeń przemysłowych w Europie Środkowej. Jubileuszowa, 10. edycja targów odbędzie się w dniach 3–5 listopada 2026 r.

Tegoroczne targi będą zarówno podsumowaniem dekady rozwoju, jak i otwarciem kolejnego etapu, w którym organizatorzy zapowiadają jeszcze odważniejsze spojrzenie na przyszłość przemysłu i nowe możliwości jego rozwoju. Warsaw Industry Week od lat pełni rolę przestrzeni spotkań nowoczesnych technologii, biznesu i ludzi kształtujących kierunki zmian w branży.

Zakres tematyczny wydarzenia jest bardzo szeroki. Zwiedzający zapoznają się z ofertą z obszaru obróbki metali i CNC, robotyki i automatyki przemysłowej, a także hydrauliki, pneumatyki i napędów. Nie zabraknie rozwiązań z dziedziny spawalnictwa i technologii łączenia, laserów przemysłowych

oraz koncepcji laser 4.0. Istotne miejsce zajmą oprogramowanie przemysłowe i Digital Factory, druk 3D i Additive Manufacturing, jak również pomiary, kontrola jakości i elektronika. Ekspozycję uzupełnią propozycje dotyczące utrzymania ruchu i bezpieczeństwa, logistyki, magazynowania i transportu oraz usług, finansów i szeroko pojętego otoczenia biznesu.

Jak co roku, równoległe z Warsaw Industry Week odbędą się wydarzenia branżowe, które wspólnie tworzą jedną z największych platform przemysłowych w Europie Środkowej. Międzynarodowe targi narzędzi i technik warsztatowych Warsaw Tools&Hardware Show zgromadzą producentów profesjonalnych urządzeń i rozwiązań dla przemysłu. Solids Expo Poland skupi się na technologiach transportu, magazynowania i przetwarzania materiałów sypkich oraz masowych. Plastecnica Expo zaprezentuje innowacyjne maszyny i rozwiązania produkcyjne dla przetwórstwa tworzyw sztucznych i polimerów, a Construction Machinery Exhibition – ma-



źródło: Ptak Warsaw Expo

szyny budowlane oraz technologie wspierające rozwój nowoczesnej infrastruktury i przemysłu.

Ważnym punktem programu jubileuszowej edycji będzie Międzynarodowa Konferencja Branży Przemysłowej. Wśród poruszanych tematów znajdują się m.in. technologie dual-use, zielona energia, narzędzia Przemysłu 4.0 oraz innowacje napędzające rozwój przemysłu.

więcej: industryweek.pl

Vertiv chce przyspieszyć dostęp do energii dla centrów danych AI

Firma Vertiv poinformowała, że jej spółka zależna Vertiv Corporation zawarła umowę dotyczącą przejęcia firmy Utility Innovation Holdings. Specjalizuje się ona w rozwiązaniach dla mikrosieci, zaawansowanych systemach sterowania zasilaniem i projektowaniu infrastruktury energetycznej po stronie odbiorcy dla centrów danych.

Wartość transakcji wynosi około 1,45 mld USD. Umowa przewiduje również dodatkową płatność w wysokości do 1,15 mld USD, uzależnioną od osiągnięcia określonych celów dotyczących EBITDA w okresach 12 i 24 miesięcy.

Z perspektywy strategicznej przejęcie pozwoli firmie Vertiv rozszerzyć zakres oferowanych rozwiązań o infrastrukturę energetyczną centrów danych – od punktu przyłączenia aż do sieci elektroenergetycznej.

Vertiv dysponuje obecnie szerokimi kompetencjami w zakresie projektowania systemów zasilania krytycznego i ich sterowania, a także kompleksowym portfolio rozwiązań do zasilania i chłodzenia oraz globalną siecią usługową. Połączenie tych możliwości z technologiami UIG umożliwi klientom projektowanie i wdrażanie zintegrowanych systemów zasilania, zapewniających większą szybkość realizacji inwestycji, odporność, efektywność i elastyczność.

więcej: vertiv.com/pl-emea/

SYSTRA i Dassault Systèmes nawiązują współpracę technologiczną

Podczas targów InnoTrans 2026 firmy SYSTRA i Dassault Systèmes ogłosiły nawiązanie współpracy technologicznej w zakresie inżynierii cyfrowej, skoncentrowanej na nowej generacji wirtualnych bliźniaków. Firmy łączą swoje doświadczenie i kompetencje, aby rozwijać nowe usługi cyfrowe dla branży kolejowej i infrastruktury, wspierając poprawę efektywności tego sektora.



źródło: Dassault Systèmes

SYSTRA, globalna grupa inżynierjno-doradcza specjalizująca się w rozwiązaniach z zakresu mobilności i infrastruktury transportowej oraz Dassault Systèmes, lider w obszarze przemysłowej sztucznej inteligencji wykorzystującej środowiska 3D UNIV+RSES, łączą siły wokół technologii wirtualnych bliźniaków, aby przyspieszać innowacje w sektorze kolejowym i infrastruktury.

Inicjatywa SYSTRA i Dassault Systèmes ma wspierać sektor kolejowy w przechodzeniu od wciąż często fragmentarycznych analiz do bardziej zintegrowanych środowisk umożliwiających połączenie danych, modeli i wiedzy specjalistycznej poszczególnych interesariuszy. Takie podejście ma ułatwić lepsze rozumienie stojących przed branżą wyzwań oraz wzmocnić współpracę między zaangażowanymi podmiotami.

więcej: 3ds.com

TÜV Süd i Quant Pi otwierają drogę do bezpiecznych maszyn autonomicznych

Żeby spełnić wymogi unijnej ustawy o sztucznej inteligencji oraz dyrektywy maszynowej, TÜV Süd i Quant Pi nawiązały współpracę. Wspólnie pracują nad procedurami testowania systemów AI w robotyce i automatyce przemysłowej.



źródło: Mobile Industrial Robots

Wraz z unijną ustawą o sztucznej inteligencji i nowym rozporządzeniem w sprawie maszyn (UE) 2023/1230, producenci maszyn i urządzeń stoją przed nowym wyzwaniem: jeśli sztuczna inteligencja przejmie funkcje bezpieczeństwa, producenci będą musieli przedstawić kompleksowe dowody jej niezawodności. Aby zniwelować tę lukę między przepisami a wdrożeniem technicznym, TÜV SÜD i firma programistyczna Quant Pi będą współpracować w zakresie testowania i oceny systemów AI. Quant Pi uczestniczy w tej współpracy jako pierwsze na świecie laboratorium partnerskie Carat dla TÜV SÜD.

Nowa metodologia testowania jest szczególnie istotna w przypadku tzw. fizycznej AI – czyli autonomicznych robotów mobilnych (AMR), automatycznie sterowanych pojazdów (AGV) i innych maszyn sterowanych przez AI. Ponieważ systemy te działają w dynamicznych środowiskach produkcyjnych i wchodzą w interakcje z ludźmi, przetestowanie całej ich przestrzeni operacyjnej jest praktycznie niemożliwe. Metody statystyczne stanowią niezbędną podstawę do wyciągania wiarygodnych wniosków na temat zachowania systemu na podstawie określonej liczby testów.

więcej: tuvsud.com

OMRON przejmuje OnLogic

OMRON Corporation i OnLogic, światowy innowator w obszarze przemysłowych i wytrzymałych rozwiązań edge computing, ogłosiły zawarcie ostatecznej umowy, na mocy której OMRON przejmie OnLogic.

Łącząc doświadczenie OnLogic w dziedzinie komputerów przemysłowych ze sprawdzonymi rozwiązaniami automatyki firmy OMRON, obie firmy mogą pomóc klientom w realizacji coraz bardziej złożonych aplikacji, wymagających większej wydajności, łączności i zaawansowanych funkcji inteligentnego przetwarzania danych w środowisku edge computing.

Obie firmy dostrzegają wspólnie możliwości ściślejszego powiązania danych maszynowych, edge computingu i AI z automatyką i sterowaniem w czasie rzeczywistym.



źródło: OnLogic

Oczekuje się, że z czasem połączenie to otworzy drogę do nowych rozwiązań, które pomogą producentom przekształcać dane, wnioski i AI w szybsze, lepiej uzasadnione działania optymalizujące produkcję.

Przejęcie stanowi ważną inwestycję we wzrost segmentu Industrial Automation Business firmy OMRON, a także wzmacnia pozycję firmy w obu Amerykach i w Europie. OnLogic wnosi relacje z klientami zarówno na tradycyjnych rynkach automatyki, jak i w branżach, w których OMRON dostrzega dodatkowe możliwości wzrostu.

więcej: omron.pl

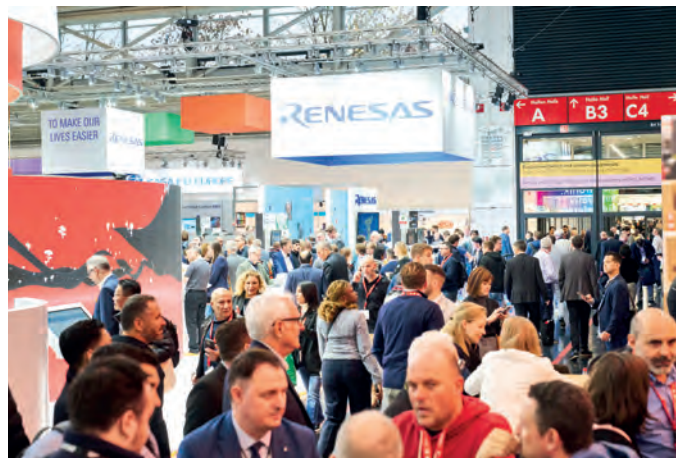
electronica 2026: 3500 wystawców, nowy układ hal i strefy tematyczne

W dniach 10–13 listopada 2026 r. w Monachium odbędą się targi electronica, które po raz kolejny zgromadzą przedstawicieli międzynarodowej branży elektronicznej. Około 3500 wystawców, w tym uczestnicy targów SEMICON Europe, zaprezentuje się w 18 halach, pokazując pełne spektrum elektroniki.

Organizatorzy uporządkowali układ hal i powiększyli strefę półprzewodników o dodatkową halę. Na podstawie opinii wystawców i zwiedzających przeprojektowano hale C5 i C6. Zrezygnowano tam z dużych stoisk wspólnych, a czołowych producentów półprzewodników i dysytrubutorów rozmieszczono równomiernie w całej strefie.

Nowością w hali C5 jest strefa „edge lab LIVE!”, prezentująca praktyczne zastosowania technologii brzegowych. W hali C6 zaplanowano dwa fora poświęcone m.in. elektronice mocy, systemom wbudowanym, chipletom i cyberbezpieczeństwu.

Ważnym elementem tegorocznej edycji będą strefy tematyczne, skupiające wybrane zagadnienia w jednym miejscu. Oprócz „edge lab LIVE!” są to nowy „Sensor Pavilion” oraz wspólne stoisko „Young Innovators”, sponsorowane przez niemieckie Federalne Ministerstwo Gospodarki i Energii (BMWE). Przy wejściu zachodnim, w ramach LOPEC Innovation Showcase, pokazane zostaną zastosowania elektroniki drukowanej. Wśród nich znajdzie się koncepcyjne BMW iX3 Flow z nowego filmu o Spider-Manie, które dzięki technologii e-ink wyświetla animacje na karoserii. Z okazji jubileuszu platformy electronica Fast Forward liczba start-upów jest dwukrotnie większa niż podczas poprzedniej edycji.



źródło: Messe München

Program forów koncentruje się na sztucznej inteligencji, cyberodporności i efektywności energetycznej. Na scenach w halach eksperci podzielą się praktyczną wiedzą z niemal wszystkich obszarów zastosowań elektroniki, a codzienny harmonogram prezentacji ułatwi wybór interesujących wystąpień. Uzupełnieniem jest bogaty program towarzyszący, sprzyjający wymianie wiedzy i nawiązywaniu kontaktów biznesowych.

więcej: electronica.de

Danfoss otwiera nową fabrykę w Tuchomiu

Duński koncern technologiczny Danfoss uruchomił pod Gdańskiem nowy zakład o powierzchni 22 500 m². Inwestycja ma odpowiedzieć na rosnący popyt na energooszczędne rozwiązania dla ciepłownictwa systemowego, chłodnictwa i centrów danych.



źródło: Danfoss

Fabryka w Tuchomiu, zarządzana przez HydronicS, jednostkę biznesową Danfoss Climate Solutions, została oficjalnie otwarta 8 października. Wydarzenie zbiegło się z 35. rocznicą obecności firmy w Polsce. Sam Tuchom nie jest dla Danfoss nową lokalizacją, bo koncern działa tu od 15 lat, ale nowy obiekt wyraźnie zwiększa skalę tej działalności.

Zakład ma ponad 19 000 m² powierzchni produkcyjnej, magazynowej i technicznej oraz blisko 3 500 m² przestrzeni biurowej i socjalnej. Obecnie pracuje w nim 250 osób, a docelowo zatrudnienie może wzrosnąć do około 500. Nowe moce pozwolą co najmniej podwoić produkcję, która dziś sięga około 8 000 wielkogabarytowych węzłów ciepłych rocznie. To prefabrykowane jednostki do sterowania, pomiaru i przekazywania energii cieplnej w systemach ogrzewania i chłodzenia budynków. W jednym miejscu połączono zaawansowaną obróbkę metalu, montaż i testowanie. Zakład mieści też centrum kompetencyjne dla rozwiązań dla centrów danych oraz showroom dla klientów OEM.

więcej: danfoss.com/pl-pl/

HMS z ofertą publicznego przejęcia spółki Robot



źródło: HMS Industrial Networks

HMS Industrial Networks SLU, spółka w 100% zależna od HMS Networks (publ), ogłosiła przyjazną ofertę publiczną przejęcia Robot, hiszpańskiej firmy specjalizującej się w automatyce budynkowej.

Firma Robot od 1983 r. działa w obszarze automatyki budynkowej. Opracowuje i dostarcza systemy zarządzania budynkami, które pomagają dużym obiektom zarządzać zasobami energii, komfortem w pokojach, oświetleniem, wodą oraz przestrzeniami wspólnymi.

Dla HMS potencjał biznesowy jest wyraźny. Produkty Robot uzupełniają Intesis, obecną markę produktową HMS w zakresie automatyki budynkowej, wprowadzając rozwiązania do zarządzania pokojami i szersze możliwości zarządzania budynkiem. Wspólnie obie oferty mogą zapewnić integratorom systemów bardziej kompleksowe rozwiązanie – od bram komunikacyjnych i integracji systemów HVAC po optymalizację zużycia energii i zarządzanie przestrzeniami wspólnymi.

Przejęcie stwarza również możliwości rozwoju poza obecnymi rynkami. HMS dostrzega potencjał wykorzystania swojej globalnej sieci sprzedaży i wsparcia, aby wprowadzić sprawdzone rozwiązania Robot dla rynku hotelowego do kolejnych regionów, w tym na ugruntowane rynki HMS, takie jak region Azji i Pacyfiku (APAC) oraz Bliski Wschód.

więcej: hms-networks.com



źródło: KUKA

Raport:

Robotyzacja przemysłu.

Co dzieli nas od liderów regionu?

W 2025 r., kiedy to rynek robotów przemysłowych w Unii Europejskiej skurczył się o 11%, Polska znalazła się w wąskim gronie krajów, w których liczba nowych instalacji wzrosła. Dystans do europejskich liderów pod względem poziomu robotyzacji pozostaje jednak wciąż duży. Sprawdzamy, skąd się on bierze i co musi się wydarzyć, żeby Polska stała się liderem robotyzacji w Europie Środkowo-Wschodniej.

Wojciech Traczyk



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Robotyzację przemysłu można mierzyć na dwa sposoby. Międzynarodowa Federacja Robotyki (International Federation of Robotics – IFR) posługuje się wskaźnikiem gęstości robotyzacji, czyli liczbą robotów przemysłowych przypadających na 10 tys. pracowników przetwórstwa przemysłowego. Eurostat bada z kolei, jaki odsetek przedsiębiorstw w ogóle korzysta z robotów. Pierwsza miara mówi więc, jak intensywnie zautomatyzowany jest przemysł jako całość, druga natomiast – jak szeroko robotyzacja upowszechniła się w firmach.

Różnicę między tymi podejściami dobrze widać na przykładzie Niemiec. Według IFR mają one najwyższą gęstość robotyzacji w Europie, ale według Eurostatu odsetek niemieckich firm korzystających z robotów przemysłowych jest niższy od średniej unijnej. Roboty są tam skoncentrowane głównie w dużych, silnie zautomatyzowanych zakładach.

W przypadku Polski ta różnica jest kluczem do diagnozy. Problemem nie jest szczyt piramidy, czyli duże zakłady, lecz jej podstawa. Od tego, czy robotyzacja obejmie średnie firmy z krajowym kapitałem, zależy odpowiedź na pytanie, czy

Polska może zostać liderem robotyzacji w regionie i zmniejszyć dystans do europejskiej czołówki.

Świat: rekordowy rok, przewaga Azji

Jak wynika z raportu IFR World Robotics 2026, w 2025 r. na świecie zainstalowano 603 307 robotów przemysłowych, tj. o 11,3% więcej niż rok wcześniej. Po raz pierwszy roczne instalacje przekroczyły 600 tys. sztuk, poprawiając rekord z 2022 r. (553 tys.). W fabrykach na całym świecie pracuje już ponad 5 mln robotów.

Motorem wzrostu pozostaje Azja, dokąd trafiło 457,3 tys. nowych robotów (+14%), czyli ok. trzech czwartych światowych instalacji. W samych Chinach zainstalowano 354 tys.

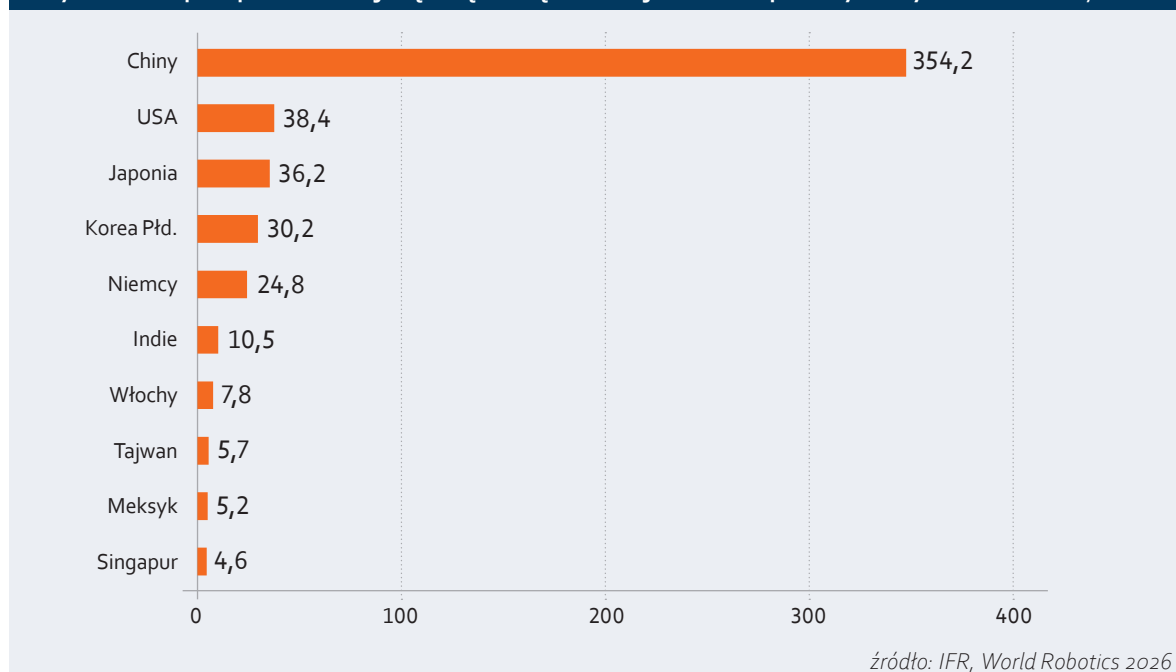
jednostek (+20,1%), co odpowiada ok. 59% światowego popytu. Za Chinami uplasowały się Stany Zjednoczone (38,4 tys., +12,5%), które wyprzedziły Japonię (36,2 tys., -18,5%). Pierwszą piątkę zamykają Korea Południowa (30,2 tys.) i Niemcy (24,8 tys.). W obu Amerykach zainstalowano łącznie 57 tys. robotów (+13,9%), a w Europie 73,1 tys. To wynik o 14,2% gorszy niż rok wcześniej.

Według IFR coboty, czyli roboty współpracujące, ustabilizowały udział w rynku na poziomie 11% – w 2025 r. sprzedano ich 66,2 tys. Na kolejne lata IFR prognozuje dalszy wzrost: 655 tys. instalacji w 2026 r. (+9%) i 806 tys. w 2029 r. W 2026 r. wzrost ma jednak napędzać głównie Azja, a w Europie wynik będzie zapewne zbliżony do zeszłorocznego.

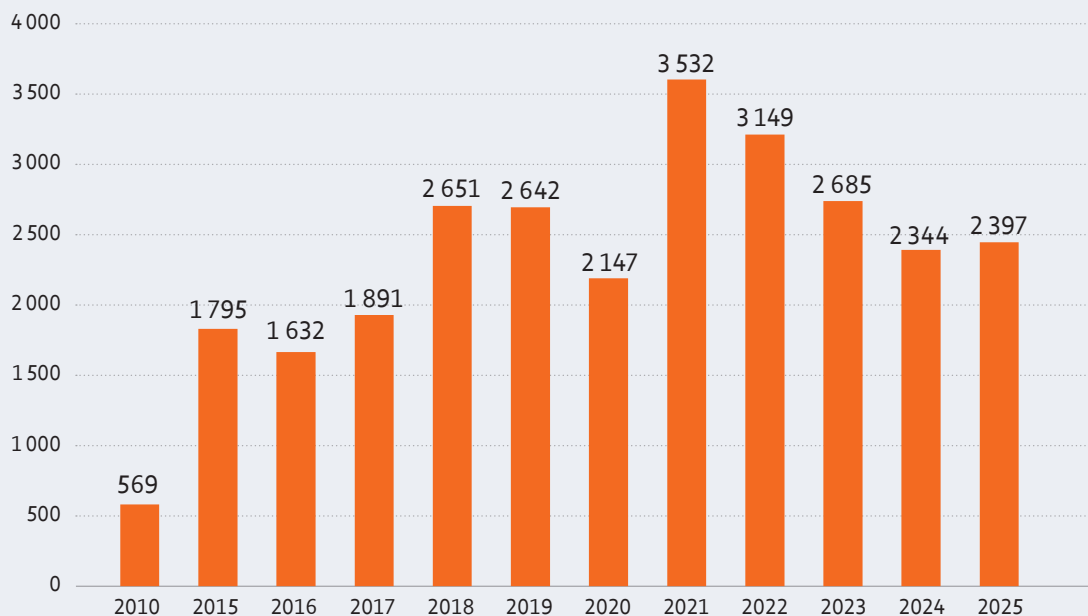
Wykres 1. Liczba instalacji robotów przemysłowych na świecie [tys. szt.]



Wykres 2. Top 10 państw z największą liczbą instalacji robotów przemysłowych w 2025 r. [tys. szt.]

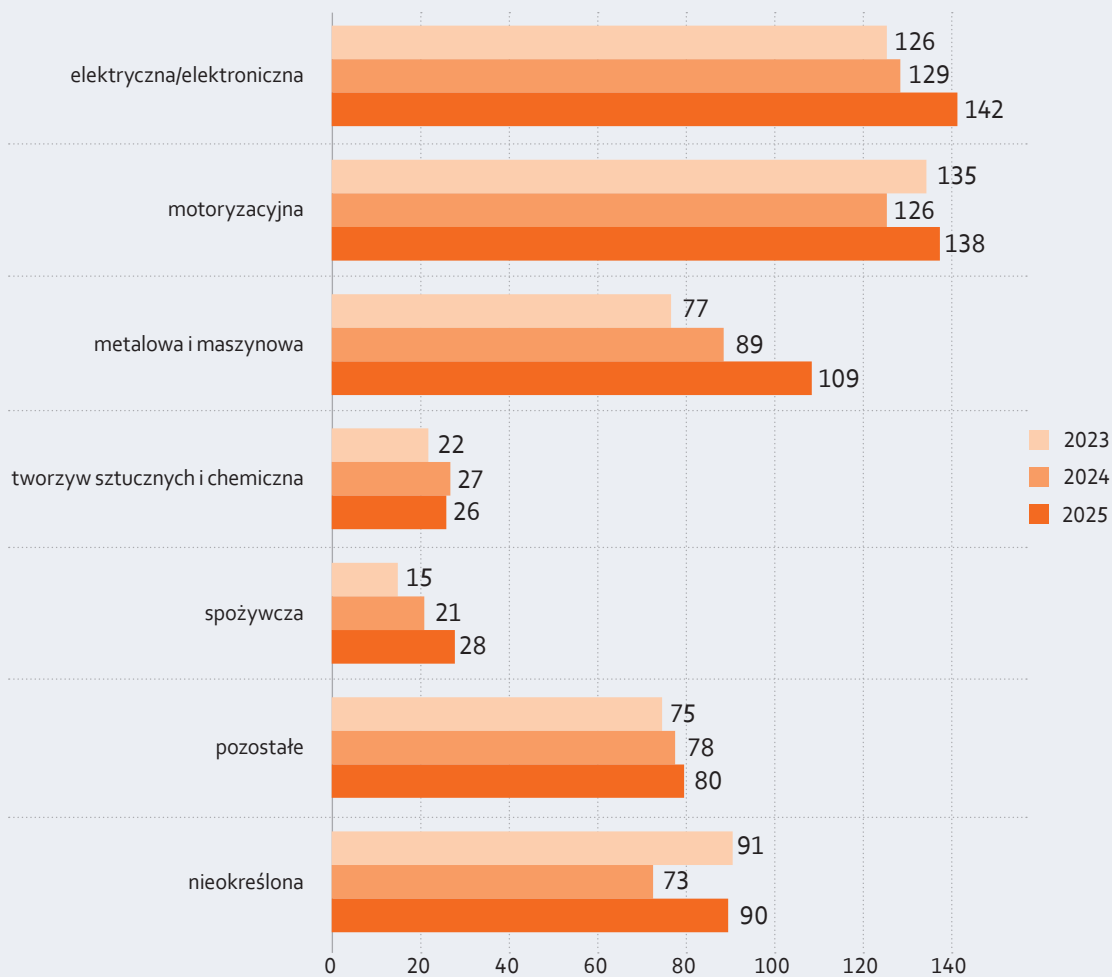


Wykres 3. Liczba instalacji robotów przemysłowych w Polsce [szt.]



źródło: IFR, World Robotics 2026

Wykres 4. Liczba instalacji robotów przemysłowych na świecie wg branż [tys. szt.]



źródło: IFR, World Robotics 2026

Po raz pierwszy w raporcie World Robotics IFR opublikowała dane dotyczące robotów humanoidalnych. Według federacji w 2025 r. na świecie sprzedano niemal 7 tys. pełnowymiarowych humanoidów (o wysokości powyżej 140 cm). IFR zidentyfikowała 174 producentów takich konstrukcji, z czego 89 pochodzi z Chin, 30 z USA, a 22 z Europy. Wiele z nich powstało w ostatnich latach, a fala nowych firm zbiega się z przełomem w generatywnej AI, m.in. w modelach VLA (*vision-language-action*). Międzynarodowa Federacja Robotyki studzi jednak oczekiwania: choć można już spotkać humanoidy w pierwszych fabrykach, to jednak tak naprawdę są one dopiero na etapie przechodzenia z laboratoriów do fazy pilotażowej, nie mówiąc o rzeczywistych wdrożeniach. Główne wyzwania to bezpieczeństwo i niezawodność działania, brak danych treningowych i brak uzasadnienia ekonomicznego. IFR postrzega humanoidy przede wszystkim jako motor innowacji, które z czasem przeniosą się na klasyczne konstrukcje robotów.

Europa: hamowanie i zmiana środka ciężkości

Europa nie nadąza za tempem robotyzacji nie tylko Azji, ale również Ameryk. Jak podaje IFR, w 2025 r. w Unii Europejskiej zainstalowano 60,5 tys. robotów, o 11% mniej niż rok wcześniej, a średnioroczne tempo wzrostu w latach 2020–2025 wyniosło zaledwie 3%. W długim okresie zainstalowana baza robotów w UE rośnie jednak konsekwentnie: w latach 2015–2025 zwiększyła się o ponad 80%, z 390 tys. do 712 tys. jednostek, co stanowi 84% wszystkich robotów pracujących w Europie.

Za ubiegłorocznym spadkiem stoi przede wszystkim słaba sytuacja w przemyśle motoryzacyjnym. Dane IFR pokazują, że branża ta zainstalowała w UE 14,9 tys. robotów, o 25% mniej niż rok wcześniej, choć z udziałem ok. jednej czwartej instalacji pozostaje największym odbiorcą. Przemysł metalowy zainstalował 13 tys. robotów (–13%), chemiczny i tworzyw sztucznych 7,4 tys. (–3%), a spożywczy 5,3 tys. (+4%).

Europejski rynek pozostaje silnie skoncentrowany. Niemcy z 24,8 tys. instalacji odpowiadają za 41% rynku UE. Za nimi plasują się Włochy (7,8 tys., 13%) oraz Francja (4,5 tys.) i Hiszpania (4,3 tys.), z udziałem po 7%. Wzrost w 2025 r. odnotowało zaledwie sześć europejskich rynków: Słowacja (+108,2%), Norwegia (+33,3%), Holandia (+5,3%), Czechy (+5%), Polska (+2,1%) i Portugalia (+0,1%).

IFR zwraca uwagę na dwa zjawiska, które mogą zmienić europejski rynek. Pierwsze to przesuwanie się środka ciężkości robotyzacji z motoryzacji w stronę przemysłu ogólnego. Drugie to wejście dostawców z Chin: obok producentów z Japonii i Korei chińskie firmy przygotowują ekspansję na wspólny rynek UE, a pierwsze z nich uruchomiły już europejskie centra dystrybucyjne. Perspektywy na najbliższe miesiące dla Europy nie są szczególnie optymistyczne – IFR, powołując się na OECD, wskazuje, że sytuacja makroekonomiczna w UE pozostanie słaba do 2027 r.

Polska: wzrost wbrew trendowi

Na tle kurczącego się rynku europejskiego ubiegłoroczny wynik Polski wygląda relatywnie dobrze. W 2025 r. w polskich zakładach zainstalowano 2397 robotów przemysłowych, tj. o 2,1% więcej niż rok wcześniej. To pierwszy wzrost po trzech latach spadków. Pod względem liczby instalacji Polska zajęła 6. miejsce w Europie, za Niemcami, Włochami, Francją, Hiszpanią i Holandią, oraz 20. na świecie. Do rekordu z 2021 r., gdy zainstalowano 3532 roboty, brakuje jednak wciąż ok. 30%.

Najciekawsze zmiany zachodzą w strukturze popytu. Według raportu instalacje w polskiej motoryzacji spadły w 2025 r. o 18,6%, do ok. 600 jednostek, a udział tej branży w rynku zmalał do jednej czwartej. Mimo to pozostaje ona największym odbiorcą robotów w Polsce. Pozostałe sektory zainstalowały łącznie 1793 roboty, o 11,7% więcej niż rok wcześniej, podczas gdy w Europie w tym samym ujęciu odnotowano spadek o 9,7%.

Najszybciej rosły instalacje w przemyśle budowlanym oraz drzewnym i meblarskim, a także w sektorze badawczo-rozwojowym. Blisko 60-procentowy wzrost w przemyśle drzewnym jest szczególnie istotny w kraju, który należy do największych producentów mebli w Europie. Stabilny poziom utrzymały branże: metalowa, chemiczna i tworzyw sztucznych oraz elektryczna i elektroniczna. Polskie firmy wykorzystują roboty przede wszystkim do obsługi maszyn, spawania i montażu. Polska wpisuje się więc w trend, który IFR obserwuje globalnie: robotyzacja coraz mocniej opiera się na przemyśle ogólnym, a nie tylko na motoryzacji.

Tyle robotów co Czechy

Liczba robotów przemysłowych w eksploatacji rośnie konsekwentnie, niezależnie od wahań rocznych instalacji. Według IFR na koniec 2025 r. w polskich zakładach pracowało 28 135 robotów przemysłowych, o 65,5% więcej niż w 2020 r. (ok. 17 tys.). Najwięcej z nich działa w motoryzacji, przemyśle chemicznym i tworzyw sztucznych oraz metalowym.

Pod względem bazy robotów Polska niemal zrównała się z Czechami (28 174), ma ponad dwa razy więcej robotów niż Słowacja (11 972) i czterokrotnie więcej niż Rumunia (7146). Niemcy mają ich jednak wciąż niemal dziesięciokrotnie więcej.

Sama liczba robotów nie mówi jednak wszystkiego, bo rozkłada się na bardzo różną liczbę pracowników. Jak wynika z danych Eurostatu, zatrudnienie w polskim przetwórstwie przemysłowym wzrosło w latach 2023–2025 z 3,26 mln do 3,36 mln osób (dane za 2025 r. są wstępne). W tym samym czasie w Czechach spadło do 1,33 mln, na Słowacji do 0,49 mln, na Węgrzech do 0,85 mln, a w Niemczech do 7,26 mln. Polska ma więc ok. 2,5 raza więcej pracowników zatrudnionych w przetwórstwie przemysłowym niż Czechy. Rosnące zatrudnienie, samo w sobie korzystne dla gospodarki, sprawia, że nawet szybki przyrost bazy robotów słabo przekłada się na wskaźnik gęstości.

86 robotów na 10 tys. pracowników

Według danych IFR gęstość robotyzacji w Polsce wyniosła w 2025 r. 86 robotów na 10 tys. pracowników. Od 2020 r., gdy było to 51 robotów, wskaźnik wzrósł o blisko 70%, podczas gdy średnia europejska zwiększyła się w tym czasie o 33%. Dystans do czołówki pozostaje jednak znaczący: średnia dla Europy wynosi 159, dla świata 152, a dla Niemiec, europejskiego lidera, 469. W Polsce gęstość robotyzacji jest ponad dwukrotnie mniejsza niż w Czechach i na Słowacji, a w europejskim zestawieniu daje nam dopiero 18. miejsce globalnie – 26. miejsce).

Dane IFR pokazują też wyraźną różnicę między branżami. W motoryzacji gęstość robotyzacji w ubiegłym roku wyniosła 277 robotów na 10 tys. pracowników (wobec 200 w 2020 r.), w pozostałych branżach 65 (wobec 36). To właśnie poza motoryzacją wskaźnik ten rośnie najszybciej, o ponad 80% w ciągu pięciu lat.

Dwie Polski robotyzacji

Gdzie leży przyczyna tego dystansu? Wskazówek dostarczają dane Eurostatu o tym, jaki odsetek przedsiębiorstw

korzysta z robotów przemysłowych. Wynika z nich, że polskie firmy sięgają po roboty rzadziej niż średnio w UE, a w przetwórstwie przemysłowym wyraźnie rzadziej niż czeskie i słowackie. Liderami pod tym względem są kraje nordyckie: w Danii roboty wykorzystuje ponad jedna trzecia firm przetwórczych.

Istotne jest również rozbieżność według wielkości firm. Duże polskie przedsiębiorstwa korzystają z robotów częściej niż średnio w UE i w Niemczech. Są pod tym względem na poziomie zbliżonym do słowackich i węgierskich, a wyraźnie ustępują jedynie czeskim i słoweńskim. Przepaść otwiera się w grupie firm średnich, zatrudniających od 50 do 249 osób: w Polsce sięgają one po roboty niemal dwukrotnie rzadziej niż w Czechach i ponad dwukrotnie rzadziej niż w Słowenii.

Badania Polskiego Instytutu Ekonomicznego dodają do tego obrazu wymiar własnościowy. Według PIE roboty przemysłowe wykorzystuje 20% firm z przewagą kapitału zagranicznego i zaledwie 5% firm z przewagą kapitału polskiego, a także 18% dużych przedsiębiorstw i 4% firm z sektora MŚP. Analitycy PIE określają robotyzację w Polsce jako selektywną: dobrze radzą sobie z nią firmy duże, eksportujące i niekonkurujące ceną. Badanie PIE jest ankietowe i obejmuje wszystkie sektory, więc jego wyników nie należy wprost porównywać z danymi Eurostatu.

Z danych wyłania się obraz dwóch Polski robotyzacji. Pierwszą tworzą duże zakłady, często z kapitałem zagranicznym, które pod względem automatyzacji nie odstają od europejskich standardów. Drugą – średnie i mniejsze firmy z kapitałem krajowym, w których roboty wciąż są rzadkością. Struktura branżowa tłumaczy tylko część różnicy: według analityków rynkowych polska gospodarka jest mniej zależna od motoryzacji niż gospodarki sąsiadów, a przewaga Czech i Słowenii widoczna jest we wszystkich klasach wielkości firm. To w „drugiej” Polsce leży największy potencjał robotyzacji.

Mapa rynku: od producentów do integratorów

Rynek robotów przemysłowych to znacznie więcej niż sami ich producenci. O tempie robotyzacji decyduje cały łańcuch wartości: poza dostawcami robotów, również dystrybutorzy i integratorzy zrobotyzowanych systemów, a także dostawcy chwytaków, systemów wizyjnych, oprogramowania i komponentów bezpieczeństwa.

Najważniejszą grupę tworzą producenci oferujący pełne portfolio robotów przegubowych o różnych udźwigach, a także robotów SCARA, delta i współpracujących. To segment globalnych graczy, takich jak ABB, Fanuc, KUKA czy Yaskawa, obsługujących zarówno motoryzację, jak i przemysł ogólny. Odrębny segment stanowią coboty, w których specjalizują się m.in. Universal Robots (należący do Teradyne Robotics) i Doosan Robotics, choć roboty współpracujące oferują dziś także producenci klasycznych robotów. Coboty, łatwiejsze w programowaniu i wdrożeniu, są szczególnie istotne dla branż, które w Polsce rosną najszybciej: meblarskiej, metalowej i elektronicznej. Według Interact Analysis rośnie też segment cobotów o większym udźwigu, wchodzących w zastosowania zarezerwowane dotąd dla klasycznych robotów przemysłowych.

Kolejny obszar to rozwiązania dla konkretnych zastosowań. W zrobotyzowanym spawaniu, jednej z głównych aplikacji w Polsce, działają wyspecjalizowani dostawcy, tacy jak Cloos, łączący roboty ze źródłami prądu i oprzyrządowaniem spawalniczym. Ważnym ogniwem są też dystrybutorzy i dostawcy rozwiązań automatyki, np. Astor, którzy obok sprzedaży robotów zapewniają doradztwo, szkolenia

i wsparcie wdrożeń. Dla średnich firm bez własnych działów automatyki ten element bywa decydujący.

Szczególną rolę odgrywają integratorzy systemów, którzy projektują i uruchamiają kompletne stanowiska. Wiarygodnych danych o liczbie i potencjale integratorów w Polsce brakuje, a to od ich dostępności i kompetencji zależy, czy popyt ze strony średnich firm przełoży się na wdrożenia. Integratorzy staną też wkrótce przed nowymi wymaganiami regulacyjnymi.

Coraz silniejsza jest też presja dostawców z Chin. Według Interact Analysis np. w sektorze cobotów udział chińskich producentów w globalnych dostawach wzrósł z 28,9% w 2018 r. do 54,7% w 2025 r., a do 2030 r. ma sięgnąć 61,4%. Dla polskich firm może to oznaczać tańszy dostęp do robotyzacji, ale także konieczność starannej oceny wsparcia serwisowego, kompatybilności i bezpieczeństwa rozwiązań.

Bariery: dlaczego małe i średnie firmy zwlekają?

Najważniejszym argumentem przeciw robotyzacji pozostają w Polsce relatywnie niskie koszty pracy. Według Eurostatu godzinowy koszt pracy w polskim sektorze przedsiębiorstw wyniósł w 2025 r. 19,1 EUR, a w przetwórstwie przemysłowym 17,1 EUR, podczas gdy średnia dla całej gospodarki UE to 34,9 EUR. Ten argument szybko jednak słabnie. Jak pisał Eurostat, w 2025 r. koszty pracy w Polsce wzrosły w walucie krajowej o 8,8%, po wzroście o 12,8% rok wcześniej. To trzecie najwyższe tempo wśród krajów UE spoza strefy euro.

Drugą barierą są niepewność i ograniczony dostęp do kapitału. Z badania EIBIS 2025 Europejskiego Banku Inwestycyjnego wynika, że w ostatnim roku obrotowym inwestowało 80% polskich firm wobec 86% średnio w UE. Polska należy też do krajów z wyższym niż średnia unijna odsetkiem firm deklarujących ograniczony dostęp do finansowania. Jako główne przeszkody inwestycyjne przedsiębiorcy wskazują niepewność co do przyszłości, ceny energii i słabą dostępność wykwalifikowanych kadr.

Trzecia bariera to niska dojrzałość cyfrowa. Według EIBIS 2025 co najmniej jedną zaawansowaną technologię cyfrową wdrożyło 65% polskich firm wobec 77% w UE. Dane Eurostatu za 2025 r. pokazują, że z rozwiązań sztucznej inteligencji korzysta 8,36% polskich przedsiębiorstw przy średniej unijnej 20%, co daje Polsce przedostatnie miejsce w UE. To istotne, bo nowoczesna robotyka, od systemów wizyjnych po programowanie wspierane przez AI, wymaga podstawowej infrastruktury danych i kompetencji cyfrowych.

Czwarta bariera to niedobór kadr. Czynnikiem ten działa jednak w obie strony. Brak wykwalifikowanych pracowników utrudnia wprawdzie wdrażanie i utrzymanie robotów, ale jednocześnie jest jednym z głównych powodów, dla których firmy w ogóle decydują się na automatyzację.

Wsparcie publiczne: wyścig z kalendarzem

Najważniejszym instrumentem wsparcia robotyzacji w Polsce jest ulga podatkowa, wprowadzona do ustaw o CIT i PIT. Pozwala ona odliczyć od podstawy opodatkowania dodatkowe 50% kosztów nabycia nowych robotów przemysłowych, powiązanych z nimi maszyn i urządzeń peryferyjnych, oprogramowania oraz szkoleń. W obecnej formie obejmuje jednak wyłącznie koszty poniesione w latach podatkowych rozpoczętych w okresie 2022–2026.

Jeszcze w 2025 r. Ministerstwo Finansów wskazywało, że ulga ma charakter pilotażowy, a resort nie prowadzi prac nad jej przedłużeniem. W tym roku jednak się to zmieniło i 29 września Rada Ministrów przyjęła projekt przewidujący przedłużenie ulgi o 10 lat bez zmiany wysokości odliczenia.

Przepisy mają wejść w życie 1 stycznia 2027 r., ale wymagają jeszcze uchwalenia przez parlament i podpisu prezydenta. Ponieważ prawo do ulgi wygasa z końcem 2026 r., na zmiany pozostało niewiele czasu.

Samo przedłużenie obowiązywania ulgi nie rozwiązuje jednak w pełni problemu. Według danych MF z ulgi za 2024 r. skorzystało zaledwie ok. 430 podatników, a łączna kwota odliczeń przekroczyła 200 mln zł i była niższa niż rok wcześniej. Projekt doprecyzowuje przy tym, że kosztem kwalifikowanym są odpisy amortyzacyjne, przez co korzyść w roku zakupu robota pozostaje stosunkowo niewielka. Dla średnich firm, które najbardziej potrzebują impulsu, to istotne ograniczenie. Polski Instytut Ekonomiczny w swoich rekomendacjach postuluje, aby ulga po 2026 r. została lepiej dostosowana do potrzeb MŚP.

Rok 2027 – nowe reguły gry

Od 20 stycznia 2027 r. będzie stosowane rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1230 w sprawie maszyn, które zastąpi dyrektywę maszynową 2006/42/WE. Dla producentów, integratorów i użytkowników robotów oznacza to kilka istotnych zmian:

- cyberbezpieczeństwo staje się wymaganiem zasadniczym, a układy sterowania muszą być chronione przed nieuprawnioną ingerencją,
- za istotną modyfikację maszyny może zostać uznana m.in. zmiana oprogramowania wpływająca na bezpieczeństwo; integrator, który rozbudowuje stanowisko lub zmienia funkcje bezpieczeństwa, może przejść obowiązki producenta,
- elementy bezpieczeństwa o samozmieniającym się zachowaniu, wykorzystujące uczenie maszynowe, oraz maszyny z takimi systemami wymagają oceny zgodności z udziałem jednostki notyfikowanej,
- instrukcje można dostarczać w formie cyfrowej.

W przypadku sztucznej inteligencji główną ramą dla robotów pozostanie rozporządzenie maszynowe. Zgodnie ze zmianami wprowadzonymi w pakiecie upraszczającym Digital Omnibus produkty objęte rozporządzeniem maszynowym wyłączono z bezpośredniego stosowania AI Act, a obowiązki dotyczące AI wbudowanej w takie produkty mają obowiązywać nie wcześniej niż od 2 sierpnia 2028 r. Zrewidowane normy bezpieczeństwa robotów EN ISO 10218-1 i -2 z 2025 r. rozszerzają z kolei wymagania dotyczące pracy kolaboracyjnej i oprogramowania bezpieczeństwa.

Technologie, które obniżają próg wejścia

Szansą dla mniejszych, a przede wszystkim mniej zamożnych firm są technologie, które upraszczają i skracają wdrożenia. Coboty z intuicyjnym programowaniem, np. przez prowadzenie ramienia ręką lub w środowiskach graficznych, pozwalają automatyzować krótkie serie i często zmieniane procesy. Systemy wizyjne i algorytmy AI ułatwiają obsługę zmiennych detali, np. pobieranie elementów z pojemników, a symulacja i programowanie offline umożliwiają przygotowanie stanowiska bez zatrzymywania produkcji. Rośnie też znaczenie robotów mobilnych, które przenoszą automatyzację na logistykę wewnątrzzakładową.

Kierunek dalszego rozwoju wyznacza również fizyczna sztuczna inteligencja (physical AI), czyli systemy pozwalające robotom uczyć się zadań i reagować na zmienne otoczenie. W tym kontekście coraz częściej mówi się też o robotach humanoidalnych.

Dla polskiego przemysłu realną szansą na szybszą robotyzację w najbliższych latach pozostają w pierwszej kolejności dobrze znane już coboty, roboty przemysłowe i gotowe aplikacje. Skorzystanie z możliwości AI wymaga już sporej



źródło: Neura Robotics

▲ Humanoidy dopiero stoją przed przejściem z laboratoriów do fazy pilotażowej, nie mówiąc o rzeczywistych wdrożeniach na szeroką skalę.

dojrzałości cyfrowej, której wielu polskim firmom wciąż brakuje. A humanoidy to wciąż jednak pieśń przyszłości.

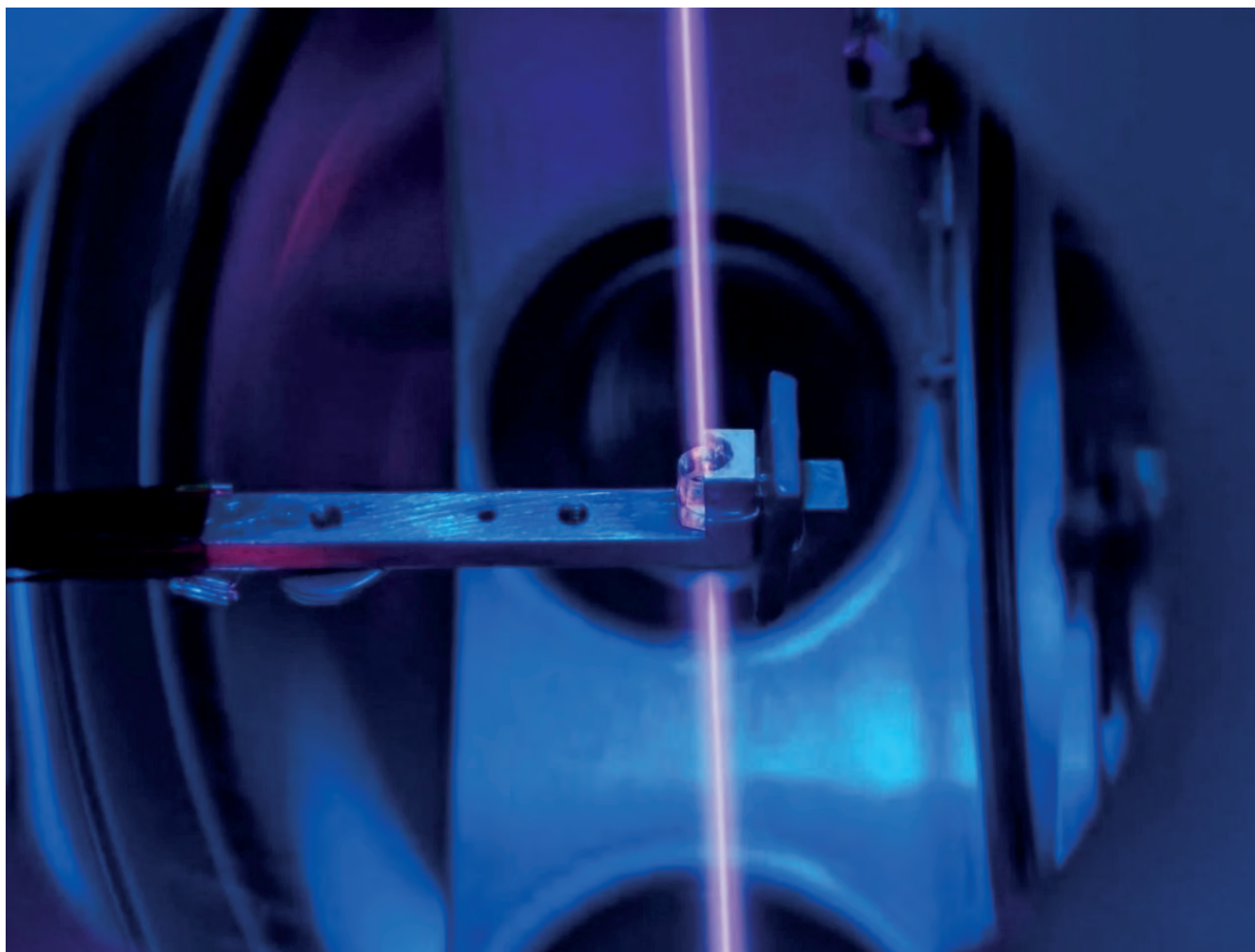
Co musi się wydarzyć?

Polska ma dobre punkty wyjścia: rynek rosnący na tle słabnącej Europy, bazę robotów porównywalną z czeską i robotyzację, która coraz śmielej wychodzi poza motoryzację. Żeby jednak zostać liderem robotyzacji w Europie Środkowo-Wschodniej, musi przejść od modelu „wyspowego”, opartego na dużych zakładach z kapitałem zagranicznym, do szerokiej robotyzacji średnich firm krajowych. Taki model widać np. w krajach nordyckich, gdzie z robotów korzystają przedsiębiorstwa wszystkich wielkości.

Z analizy danych wynika kilka warunków, które muszą zaistnieć, żeby tempo robotyzacji polskiego przemysłu wyraźnie przyspieszyło:

- **Stabilne i dopasowane finansowanie.** Przedłużenie ulgi na robotyzację musi wejść w życie na czas, a jej konstrukcja powinna dawać odczuwalną korzyść także średnim firmom. Potrzebne są również przewidywalne instrumenty dotacyjne na wdrożenia.
- **Kompetencje i cyfryzacja.** Bez podstawowej dojrzałości cyfrowej i kadr zdolnych do obsługi robotów trudno o szeroką automatyzację, tym bardziej że nowe rozwiązania coraz silniej opierają się na danych i AI.
- **Ekosystem integratorów i gotowych aplikacji.** Średnie firmy potrzebują standaryzowanych rozwiązań i partnerów, którzy przeprowadzą je przez wdrożenie, a od 2027 r. także przez nowe wymagania rozporządzenia maszynowego.
- **Strategia państwa.** Potrzebny jest narodowy program robotyzacji i centrum wspierające firmy w tym procesie. Dziś takiego spójnego programu brakuje.
- **Wykorzystanie koniunktury.** Według danych GUS nakłady inwestycyjne przedsiębiorstw w I półroczu 2026 r. wzrosły realnie o 13,7%, a w przetwórstwie o 9,3%, po spadku rok wcześniej. Połączenie odbicia inwestycji z przedłużoną ulgą może więc stworzyć odpowiednie warunki do przyspieszenia tempa robotyzacji.

Obecna liczba instalacji robotów przemysłowych to za mało, aby dogonić Czechy czy Słowację pod względem poziomu robotyzacji, skoro roboty rozkładają się na coraz większą liczbę zatrudnionych osób. Dystans zacznie się zmniejszać dopiero wtedy, gdy robotyzacja stanie się standardem nie tylko w największych zakładach, ale także w tysiącach małych i średnich firm działających na polskim rynku. ■



źródło: TU Wien

Tor zamiast elektronów. W Wiedniu tyka pierwszy zegar jądrowy

Naukowcy z TU Wien i niemieckiego Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) uruchomili pierwszy na świecie zegar jądrowy działający w trybie ciągłym. Zegary atomowe opierają się na zmianach poziomów energii elektronów. Nowe urządzenie wykorzystuje zamiast tego przejście kwantowe w jądrze toru-229, wzbudzany laserem w kryształcie umieszczonym w próżni.

Przełom był możliwy dzięki znacznie ulepszonemu systemowi laserowemu. Zegar sam się stabilizuje i pracował bez ingerencji ponad 24 godziny. Może przewyższyć precyzją dzisiejsze zegary atomowe, a także pomóc w badaniu podstawowych sił przyrody i poszukiwaniu śladów ciemnej materii.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Bezokularowy mikroskop stereoskopowy do pracy z elektroniką

W ofercie Conrad Sourcing Platform pojawił się nowy mikroskop marki Weller. Model PRISMA ESD łączy stereoskopowy obraz 3D, zabezpieczenie przed wyładowaniami elektrostatycznymi i ergonomiczną konstrukcję, która ułatwia wielogodzinną pracę przy montażu, kontroli i naprawie podzespołów elektronicznych.

Ocena płytek drukowanych, a szczególnie połączeń lutowanych, wymaga dostrzegania detali na granicy widoczności. W mikroskopie PRISMA ESD zadanie to ułatwia jasne oświetlenie LED o naturalnej barwie i temperaturze 7000 K, współpracujące z wyjątkowo szerokim polem widzenia.



źródło: Weller

Efekt jest wyraźny, stereoskopowy obraz trójwymiarowy, na którym można dokładnie określić wysokość, położenie i kształt komponentów – również w złożonych zespołach. Pozwala to szybko i bez wątpliwości wskazać defekty nawet w bardzo małych elementach.

Istotnym elementem jest budowa bezokularowa – odciąża ona wzrok przy długiej, skoncentrowanej pracy i umożliwia precyzyjne działanie zarówno osobom noszącym okulary, jak i tym, które ich nie używają. Soczewki są wymienne, co pozwala dopasować mikroskop do wymagań konkretnego projektu.

Urządzenie zostało wyposażone w zabezpieczenie ESD, które ogranicza ryzyko uszkodzenia komponentów przez wyładowania elektrostatyczne.

więcej: conrad.pl

Technologia pomiarowa VEGA

Dokładny pomiar poziomu w silosach i zbiornikach, skuteczna sygnalizacja poziomu granicznego czy niezawodny nadzór procesów pomocniczych z udziałem cieczy to obszary, w których odpowiednio dobrana aparatura pomiarowa ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo i ciągłość produkcji. Dlatego też podczas tegorocznej edycji targów SYMAS & MAINTENANCE firma VEGA



źródło: VEGA

zaprezentowała rozwiązania do ciągłego pomiaru poziomu, detekcji poziomu granicznego i pomiaru ciśnienia, przeznaczone do pracy w wymagających warunkach przemysłowych.

Podczas targów prezentowane były m.in.: radarowe sondy do ciągłego pomiaru poziomu materiałów sypkich, sygnalizatory poziomu zabezpieczające przed przepełnieniem i suchobiegiem, bariery mikrofalowe do detekcji poziomu granicznego materiałów sypkich i cieczy, a także czujniki przeznaczone do pracy w warunkach dużego zapylenia oraz przy wysokich temperaturach. Ponadto można było zobaczyć szerokie portfolio przyłączy procesowych dostosowanych do różnych aplikacji przemysłowych oraz cyfrowe narzędzia wspierające konfigurację, diagnostykę i zarządzanie aparaturą pomiarową.

więcej: vega.com/pl-pl

Uniwersalny sterownik wentylacji AIR360

Firma akYtec wprowadza na rynek nowy, uniwersalny sterownik do instalacji wentylacyjnych – AIR360. Urządzenie bazuje na kompaktowym programowalnym sterowniku logicznym PR205 z wyświetlaczem graficznym.

AIR360 jest przeznaczony dla producentów urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, integratorów systemów oraz instalatorów, którzy potrzebują uniwersalnego, standaryzowanego rozwiązania do obsługi wielu różnych konfiguracji. Użytkownicy konfiguruje regulator bezpośrednio na urządzeniu za pomocą intuicyjnego, prowadzącego krok po kroku kreatora konfiguracji.

Podczas instalacji można wybrać konfigurację instalacji wentylacyjnej oraz zastosowane w niej komponenty technologiczne, następnie AIR360 automatycznie dostosowuje się do wybranej architektury instalacji. Dzięki temu znacznie zmniejsza się nakład pracy potrzebny do uruchomienia.

AIR360 bazuje na kompaktowym sterowniku PR205 firmy akYtec i łączy w jednym urządzeniu funkcje regulatora, interfejsu HMI oraz popularnych interfejsów komunikacyjnych. Urządzenie może również współpracować.



źródło: akYtec

więcej: akytec.de

Cyfrowy czujnik pH/ORP do pracy w trudnych warunkach procesowych

W wymagających aplikacjach pomiaru pH, zwłaszcza w instalacjach wysokotemperaturowych i wysokociśnieniowych, w których czujniki są wyjmowane pod ciśnieniem, tradycyjne czujniki analogowe często zawodzą ze względu na zakłócenia sygnału, złożoność okablowania i ograniczone możliwości diagnostyczne. Czujnik pH/ORP Rosemount 350A odpowiada na te wyzwania dzięki cyfrowej konwersji



źródło: Emerson

i transmisji danych, zmniejszającą podatność na zakłócenia elektryczne, jednocześnie umożliwiając szybsze uzyskanie stabilnego pomiaru.

Cyfrowy interfejs Modbus i okablowanie z szybkołączami M12 umożliwia uruchomienie „plug-and-play”, ograniczając ryzyko błędów związane z ręcznym okablowaniem. Konstrukcja czujnika zapewnia kompatybilność z innymi cyfrowymi czujnikami Rosemount do analizy cieczy, co ułatwia zarządzanie częściami zamiennymi i standaryzację rozwiązań w zakładach przemysłowych.

Rosemount 350A przechowuje dane kalibracyjne i informacje diagnostyczne w pamięci czujnika, ułatwiając kalibrację poza miejscem instalacji i dostarczając zespołom utrzymania ruchu potrzebne informacje na temat procesu.

więcej: emerson.com

Czujniki

Pomiar ciśnienia w ekstremalnych warunkach

Przez długi czas czujniki z metalową membraną były standardem w pomiarach ciśnienia w zakładach chemicznych. Jednak ceramiczne cele pomiarowe już od dłuższego czasu stanowią sprawdzoną alternatywę w większości zastosowań. Nie tylko zapewniają wysoki poziom bezpieczeństwa, długoterminową stabilność i niezawodność, ale także pozwalają uniknąć powszechnych problemów związanych z rurkami impulsowymi czy wypełnieniami olejowymi. Już teraz są postrzegane jako idealne rozwiązanie do zastosowań z wodorem.

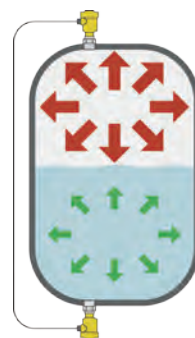
Jeśli ciśnienie procesowe w ważnym reaktorze zakładu chemicznego nagle wzrasta lub spada w nieoczekiwany sposób, operator systemu z pewnością czuje, jak przyspiesza mu tętno. Co takie zdarzenie oznacza dla bezpieczeństwa systemu i zakładu? Jak wpływa na jakość produktu? Co było przyczyną anomalii? Spojrzenie na wartości pomiarowe, nie tylko z czujników ciśnienia zainstalowanych w reaktorze, ale także z innych sond, może dostarczyć wskazówek. Jeśli jednak temperatura, natężenie przepływu, poziom itp. mieszczą się w granicach normy, przyczyną może być uszkodzenie czujnika.

Ciśnienie w reaktorze nie jest jedynym parametrem mierzonym w przemyśle chemicznym. Monitoruje się również poziom, przepływ masowy, stan filtrów, a wartości te często pochodzą z pomiarów ciśnienia lub różnicy ciśnień. Ciśnienie jest drugą po temperaturze najczęściej mierzoną zmienną procesową w przemyśle chemicznym i parametrem ważnym zarówno dla bezpieczeństwa, jak i dla jakości produktu. Przemysł chemiczny stawia jednak trudne wyzwania przed tymi czujnikami.

Czujniki oparte na metalowych celach zawsze stanowiły podstawę technologii pomiarowej stosowanej w procesach chemicznych. Urządzenia te są zwykle wykonane ze stali nierdzewnej lub innych specjalistycznych stopów wysokiej jakości, zaprojektowanych do użytku w trudnych warunkach przemysłowych. Dzięki solidnej konstrukcji nadają się do zastosowań, w których dominują wysokie ciśnienia i ekstremalne temperatury. Ponieważ warunki procesowe i instalacyjne w przemyśle chemicznym są zróżnicowane, na przestrzeni lat opracowano wiele różnych konstrukcji i technik pomiarowych. Oprócz szerokiego zakresu temperatur i ciśnień, główną zaletą czujników metalowych jest ich odporność na ekstremalne warunki. Wadą jest jednak podatność na korozję, gdy membrana procesowa jest stale narażona na działanie agresywnych chemikaliów oraz nieuniknione starzenie się metalu, co może wyrażać się



▲ Pomiar ciśnienia jest jednym z najczęstszych zastosowań w technologii pomiarowej dla przemysłu. Na zdjęciu: pomiar ciśnienia na wytwornicy pary.



◀ Dzięki zastosowaniu dwóch oddzielnie działających czujników, które są ze sobą połączone elektronicznie, pomiar różnicy ciśnień może być realizowany bez skomplikowanych i podatnych na uszkodzenia linii impulsowych.

w wartościach pomiarowych i dryfcie zera. Regularna kalibracja jest koniecznością, aby utrzymać precyzyjne działanie urządzeń.

Wytrzymałe i odporne na korozję

Od lat 90. ubiegłego wieku ceramiczne czujniki ciśnienia stanowią interesującą alternatywę dla czujników wykonanych z metalu. Czujniki te charakteryzują się wyjątkową odpornością na korozję, co czyni je idealnymi do procesów chemicznych z udziałem agresywnych substancji. Ponadto ceramika zapewnia doskonałą stabilność długoterminową i minimalny dryft, co zapewnia niezawodny pomiar przez długi czas.

– Czujniki ceramiczne mogą być używane do pomiaru ciśnienia w 60–70% wszystkich zastosowań chemicznych, zapewniając wyraźne korzyści, ale ich właściwości wciąż nie są powszechnie znane – wyjaśnia **Robin Müller**, International Product Manager w firmie **VEGA**. Dzieje się tak, ponieważ ceramika jest często postrzegana jako „zbyt krucha”. – *To nieuzasadniona obawa. Ceramiczne ogniwa pomiarowe mają znacznie wyższą odporność na przeciążenia niż ogniwa metalowe. Podczas gdy metalowe membrany mogą nieodwracalnie odkształcać się pod wpływem bardzo wysokiego ciśnienia, ceramiczna membrana po prostu odchyła się, przylega do podstawy, a następnie idealnie wraca do swojej pierwotnej pozycji.*

Za stosowaniem czujników ceramicznych przemawiają także inne argumenty. Podczas gdy metalowe cele pomiarowe wykorzystują olej jako medium transmisyjne, które w przypadku pęknięcia membrany może wyciekać do procesu, ceramiczne cele pomiarowe są całkowicie suche, tj. nie zawierają oleju wypełniającego. Działają w sposób podobny do kondensatora – elektrody pomiarowe osadzone w membranie i w korpusie, wraz z powietrzem jako dielektrykiem, tworzą pole elektryczne. Nacisk na ceramiczną membranę powoduje niewielkie ugięcie, które zmienia wartość pojemności. Ciśnienie można następnie obliczyć na podstawie fabrycznie skalibrowanej wartości pojemności.

– W przeciwieństwie do membran metalowych, które podlegają zmęczeniu materiału, membrany ceramiczne z natury zawsze powracają do punktu zerowego i dlatego wykazują bardzo wysoką stabilność długoterminową. Z tego względu też czujniki zazwyczaj wymagają jedynie niewielkiej rekaliibracji lub nie potrzebują jej wcale – wyjaśnia **Müller**. – *Jest to szczególnie korzystne w przypadku zastosowań w warunkach wysokiej próżni.*

Zaawansowany technologicznie design odporny na trudne warunki procesowe

Około 10 lat temu eksperci ds. metrologii w firmie VEGA znaleźli sposób, aby skutecznie wyeliminować wcześniejszą wadę ceramicznych czujników ciśnienia, którą wykazywały w porównaniu do metalowych cel pomiarowych – wiązało się to z poprawą odporności czujników ceramicznych na skoki temperatury i wilgoć. Poza pomiarem temperatury procesowej w korpusie, który kompensuje wpływ temperatury na mierzoną wartość ciśnienia, drugi czujnik temperatury umieszczony z tyłu ceramicznej membrany pozwala szybciej wykryć nawet najmniejsze zmiany temperatury. Ostatecznie algorytm wbudowany w elektronikę czujnika zapewnia kompensację szoków temperaturowych.

W zastosowaniach, w których występuje wysoka próżnia lub wodór, czujniki ceramiczne sprawdzają się znacznie lepiej niż metalowe cele pomiarowe wypełnione olejem. Wynika to z faktu, że temperatura wrzenia cieczy spada w próżni, co oznacza, że olej w celi pomiarowej może zacząć wrzeć w temperaturze poniżej temperatury wrzenia atmosferycznego, co z kolei może powodować powstawanie pęcherzyków wewnątrz celi. W zastosowaniach związanych z wodorem w grę wchodzi inny efekt – cząsteczki najmniejszego pierwiastka chemicznego mogą przenikać przez metale, a cienka membrana metalowej celi pomiarowej nie jest wyjątkiem.

– Jeśli wodór dyfunduje przez membranę, wchodzi w reakcję z olejem znajdującym się za metalową membraną. Powoduje to gromadzenie się wodoru, co prowadzi do trwałych niedokładności w wynikach pomiarów – mówi **Robin Müller**. Ponadto wodór łączy się w stali z węglem, powodując wzrost kruchości materiału. – *Nie dzieje się tak w przypadku ceramicznych cel pomiarowych – a nawet gdyby wodór dostał się do celi pomiarowej, nie spowodowałby żadnych uszkodzeń. Ceramiczne czujniki ciśnienia są zatem idealne do stosowania w produkcji wodoru za pomocą elektrolizy, która w przeciwieństwie do poprzednich zastosowań wysokociśnieniowych, działa przy niskich ciśnieniach.*



▲ Produkcja ceramicznej celi pomiarowej wymaga precyzji i przebiega w pomieszczeniach typu clean room.

Druga linia obrony zapewnia bezpieczeństwo w przypadku toksycznych mediów

Innym ważnym obszarem zastosowań w przemyśle chemicznym jest pomiar agresywnych i toksycznych gazów. Wysoki poziom bezpieczeństwa jest tutaj szczególnie ważny. Zwłaszcza w przypadku aplikacji z fosgenem planiści i operatorzy często preferują ceramiczną celę pomiarową i chętnie rezygnują z czujników z wypełnieniem olejowym. Czujniki VEGA sprawdzają się tutaj, jak również w aplikacjach, w których występują agresywne kwasy i zasady – z jednej strony dzięki tworzywom sztucznym o wysokiej odporności, ale także dzięki tzw. drugiej linii obrony. Komora pomiarowa i komora elektroniki są oddzielone gazoszczelnym, szklanym przepustem. VEGA, specjalista w dziedzinie pomiaru ciśnienia i poziomu, oferuje tę funkcję bezpieczeństwa dla urządzeń z serii VEGABAR 82 i VEGABAR 83. Inną interesującą funkcją jest zastosowanie wzmocnionej szczelności układu pomiarowego do pomiaru ciśnienia względnego.

Pomiar różnicy ciśnień jest również ważnym zastosowaniem w pomiarach przepływu, poziomu i ciśnienia w zbiorniku w procesach chemicznych. Jest on wykorzystywany na przykład do pomiaru poziomu w zbiorniku ciśnieniowym. Jest również powszechnie stosowany do pomiaru przepływu za pomocą kryz lub monitorowania filtrów lub wymienników ciepła poprzez porównanie ciśnienia przed i za nimi. W tym celu zwykle stosuje się czujnik różnicy ciśnień, którego cела pomiarowa jest podłączona do procesu za pomocą rurek impulsowych.

– W codziennej pracy rurki impulsowe ciągle sprawiają problemy – mówi **Robin Müller**. – *Przykładowo, zimą cieczą lub kondensat mogą zamarzać w rurkach i blokować je. W przypadku rurek impulsowych wypełnionych cieczą, pomiar może być niedokładny z powodu wnikania gazu, ponieważ w przeciwieństwie do cieczy, gazy są ściśliwe. VEGA rozwiązuje ten problem poprzez zastosowanie dwóch oddzielnych, elektronicznie połączonych czujników. Pozwala to na pomiar różnicy ciśnień bez konieczności stosowania skomplikowanych i podatnych na uszkodzenia linii impulsowych.*

Wnioski

Ceramiczne cele pomiarowe są wysokowydajną alternatywą dla metalowych czujników ciśnienia, również w przemyśle chemicznym. Za ich stosowaniem w wymagających aplikacjach w przemyśle przemawiają takie korzyści, jak wysoki poziom bezpieczeństwa czy też długoterminowa niezawodność. ■

Artykuł powstał na podstawie materiałów i zdjęć firmy VEGA.

Wizja maszynowa

Więcej niż kontrola jakości

Dla wielu inżynierów wizja maszynowa wciąż oznacza przede wszystkim kamerę zawieszoną nad taśmą i wyrzutnik odrzucający wadliwe detale. Jest to obraz tylko w części prawdziwy. Współczesne systemy wizyjne coraz częściej nie tylko oceniają, czy produkt jest dobry, lecz także prowadzą roboty, sterują pakowaniem, mierzą w trzech wymiarach i dostarczają danych, na podstawie których optymalizuje się cały proces. Razem z robotyką i sztuczną inteligencją wizja maszynowa staje się jednym z filarów nowoczesnej produkcji.

Wojciech Traczyk



źródło: Adobe Stock – I Viewfinder



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Po trzech latach spadku obrotów europejski sektor wizji maszynowej wraca na ścieżkę wzrostu – ocenia VDMA i prognozuje wzrost przychodów w 2026 r. o ok. 3%. Trend ten potwierdza, że wizja maszynowa – obok robotyki i AI – jest ważnym elementem efektywnej, elastycznej i konkurencyjnej produkcji.

Obraz rynku nie jest jednak jednolity. Producenci komponentów – kamer, czujników, optyki – odnotowali odbicie już w 2025 r., zwiększając przychody o 4%. Tymczasem w segmencie kompletnych systemów wizyjnych przychody spadły o 6%. Hamulcem pozostaje m.in. słaby popyt w Niemczech, a impuls wzrostowy dla europejskich roz-

wizań wizyjnych płynie dziś głównie z Ameryki Północnej i Azji.

Warto zwrócić uwagę na jeszcze jedno: nowe obszary zastosowań pojawiają się poza tradycyjną automatyką przemysłową.

Wizja maszynowa, czyli oko, mózg i ręka

System wizji maszynowej to układ współpracujących urządzeń elektronicznych, którego zadaniem jest automatyczna analiza otoczenia – na podobieństwo ludzkiego wzroku. Tworzą go elementy pozyskujące obraz (kamera, układ kamer lub skaner), odpowiedzialne za akwizycję i przetwarzanie danych oraz jednostka analizująca – procesor lub

komputer ze specjalistycznym oprogramowaniem. Ponieważ większość badanych obiektów nie emituje światła, integralną częścią systemu są oświetlacze; od ich doboru często zależy więcej niż od rozdzielczości samej kamery.

Oprogramowanie analizuje w czasie rzeczywistym napływające obrazy i wychwytuje odstępstwa od wzorca. Wynik musi jednak trafić dalej – do wyrzutnika usuwającego element niezgodny (NOK), sterownika programowalnego (PLC), robota czy systemu nadrzędnego. Dopiero to „ramię wykonawcze” zamyka pętlę i czyni proces w pełni zautomatyzowanym.

Istotna jest też różnica w porównaniu z człowiekiem. Skuteczność pracownika kontroli jakości spada z czasem wraz ze zmęczeniem. Efektywność systemu opartego na klasycznych algorytmach pozostaje stała, a w przypadku uczenia maszynowego może nawet rosnąć – o ile model jest douczany na nowych danych.

Od oceny do sterowania

Najprostszym system wizyjny odpowiada na pytanie „dobry czy zły?”. Ten sam zestaw kamer i oprogramowania może jednak odpowiadać także na pytania „gdzie?”, „w jakim położeniu?” i „co dalej?”. Stąd już tylko krok do zadań, które z kontrolą jakości mają niewiele wspólnego.

Klasycznym przykładem jest prowadzenie robotów (*vision guided robotics*). Kamera lokalizuje detal leżący w przypadkowym miejscu na przenośniku, a system przekazuje robotowi współrzędne i orientację chwytu. Znika wtedy potrzeba stosowania kosztownych podajników i oprzyrządowania pozycjonującego. Podobnie na końcu linii: wizja maszynowa może sterować pakowaniem i paletyzacją, współpracując z robotami, maszynami pakującymi czy etykiarkami – rozpoznaje wariant produktu, sprawdza ułożenie warstwy na palecie, weryfikuje etykietę przed wysyłką.

Kolejny obszar to identyfikacja. Odczyt kodów kreskowych i 2D, znaków alfanumerycznych (metodą OCR) oraz znaczników pozwala śledzić każdy egzemplarz na jego drodze przez zakład. W branżach regulowanych, takich jak farmacja, motoryzacja czy przemysł spożywczy, identyfikowalność jest wymogiem, a nie dodatkiem.

Trzeci wymiar

Obiekty trójwymiarowe są dla wizji maszynowej zupełnie innym wyzwaniem. Zamiast płaskiego obrazu system przetwarza chmurę punktów (nawet kilka milionów) i analizuje wiele płaszczyzn jednocześnie – przy szybkiej, wielkoseryjnej produkcji to zadanie znacznie trudniejsze niż analiza 2D. Współczesne rozwiązania oparte na skanerach liniowych i świetle strukturalnym nadążają jednak za tempem linii i pozwalają kontrolować in-line kształt, wymiary oraz kompletność elementów.

Lista zadań jest długa: pomiar grubości, szerokości i wysokości, kontrola odstępów, kątów nachylenia powierzchni i różnic poziomów, obliczanie średnic wewnętrznych i zewnętrznych, wykrywanie przesunięć, wygięć i nierówności, weryfikacja nakładania się warstw czy inspekcja 360° obiektów walcowych. Dane 3D są też podstawą pobierania detali z pojemnika (*bin picking*), w którym robot musi znać nie tylko położenie przedmiotu, ale i jego pełną orientację w przestrzeni.

Czujnik dla całego procesu

Mniej oczywistą, a coraz cenniejszą funkcją systemu wizyjnego jest dostarczanie danych. Niemal każda instalacja może poza swoim podstawowym zadaniem rejestrować parametry produkcyjne i archiwizować historię inspekcji – także tych zakończonych wynikiem negatywnym. Taki zbiór ułatwia analizę sytuacji krytycznych,

a przede wszystkim pozwala dostrzec niepokojące trendy, zanim przełożą się na serię braków.

Jeśli kamera rejestruje, że wymiar detalu powoli dryfuje w stronę granicy pola tolerancji, można skorygować nastawy maszyny lub zaplanować wymianę narzędzia, zanim pojawią się sztuki NOK. Wczesne wykrycie błędów, a niekiedy przewidzenie, kiedy mogą wystąpić, przekłada się wprost na mniejszą ilość odpadów i niższe koszty – zwłaszcza tam, gdzie dalsza obróbka elementu niezgodnego jest droga. W ten sposób wizja maszynowa przestaje być „bramką na końcu linii”, a staje się elementem sprzężenia zwrotnego w sterowaniu procesem.

Sztuczna inteligencja zmienia reguły gry

W ankiecie VDMA „Machine Vision in Europe” niemal dwie trzecie respondentów wskazało technologie AI jako kluczowy motor obecnej i przyszłej działalności. AI nie tylko zwiększa znaczenie wizji w dotychczasowych zastosowaniach, lecz także otwiera zupełnie nowe.

Klasyczne algorytmy przetwarzania obrazu dobrze radzą sobie z zadaniami, które da się precyzyjnie opisać regułami, jak wykrywanie krawędzi, pomiar wymiarów czy ocena kontrastu. Gorzej z obiektami niejednorodnymi i zmiennymi – drewnem, tkaninami, żywnością, powierzchniami o nieregularnej teksturze – w których przypadku granica między dopuszczalną zmiennością a wadą jest umowna. Sieci neuronowe uczone na przykładach są tu znacznie skuteczniejsze, a segmentacja, klasyfikacja i zliczanie obiektów otwierają drogę do automatyzacji obszarów dotąd zarezerwowanych dla ludzkiego oka. Łatwość dodawania nowych wzorców sprawia ponadto, że jedna linia może obsługiwać szeroki asortyment produktów.

Gdzie wizja ma sens

Praktyka integratorów pokazuje, że zastosowania wizji maszynowej wciąż zaskakują. Obok motoryzacji, elektroniki czy farmacji systemy wizyjne trafiają do branż mniej oczywistych – choćby do produkcji świec w skali milionów sztuk. Coraz częściej wychodzą też poza halę produkcyjną: do magazynów i centrów logistycznych, sortowni surowców wtórnych czy rolnictwa, gdzie oceniają i sortują plony.

Kilka warunków szczególnie sprzyja wdrożeniu:

- produkcja jest masowa i szybka, a detale małe – dla człowieka oznacza to znużenie i rosnące ryzyko błędów,
- potrzebna jest natychmiastowa, obiektywna i powtarzalna ocena każdej sztuki, a nie kontrola wyrywkowa,
- priorytetem jest bezpieczeństwo użytkownika, a przeoczenie wady może mieć poważne konsekwencje,
- koszt przetwarzania elementu niezgodnego jest wysoki, a zwroty lub złomowanie całych partii – dotkliwe.

Korzyści wykraczają przy tym poza samą jakość. To wyższa wydajność i płynność produkcji, elastyczność przy zmianach asortymentu, mniej odpadu, lepsza kontrola procesu dzięki rejestrowanym danym oraz niższe koszty w całym okresie eksploatacji systemu.

Kamera to dopiero początek

System wizyjny zawieszony nad taśmą jest dziś punktem wyjścia, a nie celem. Ten sam system, który odrzuca wadliwe detale, może prowadzić robota, sterować pakowaniem, mierzyć w 3D i zasilać danymi analizę procesu. Rynek po trudnych latach znów rośnie, a sztuczna inteligencja przesuw granice tego, co da się zautomatyzować. Dla zakładów walczących o wydajność i jakość przy ograniczonej dostępności pracowników to mocny argument, żeby na wizję maszynową spojrzeć szerzej – nie tylko jak na kolejne stanowisko kontrolne. ■

Pomiary energii

Monitoring energii elektrycznej w MŚP. Jak zbudować sprawny system?

System monitoringu energii elektrycznej w małym lub średnim przedsiębiorstwie (MŚP) powinien pokazywać, które odbiorniki lub instalacje zużywają energię, kiedy i ile. Z reguły nie wymaga opomiarowania każdej maszyny ani rozbudowanej platformy informatycznej – podstawą są dobrze wybrane punkty pomiarowe i wiarygodne dane. Koszt wdrożenia zależy od liczby i rodzaju liczników, warunków montażu, sposobu przesyłania danych oraz zakresu analizy.

Bogdan Kruk

Rachunek za energię pokazuje łączne zużycie w punkcie poboru, ale nie wyjaśnia, które instalacje mają w nim największy udział ani skąd mogą brać się jego wzrosty. Sprężarkownia, wentylacja i linie produkcyjne mogą pracować w różnych godzinach, a ich zapotrzebowanie na energię w różnym stopniu zależy od wielkości produkcji. Przygotowanie systemu monitoringu warto więc rozpocząć od ustalenia, jakim decyzjom mają służyć wyniki pomiarów. Jak wskazuje Krajowa Agencja Poszanowania Energii (KAPE) w poradniku dla MŚP, samo gromadzenie danych nie przynosi oszczędności – dają je dopiero działania podjęte na podstawie tych danych.

**Monitoring energii:
od celu do punktów pomiarowych**

Pierwszy etap to przegląd faktur, harmonogramów pracy i danych pomiarowych udostępnianych przez operatora systemu dystrybucyjnego (OSD). Warto ustalić, czy problemem jest zużycie energii poza godzinami pracy, zbyt duża energochłonność całego procesu czy może brak danych o poszczególnych częściach zakładu. Należy też sprawdzić, które z zainstalowanych już liczników i sterowników udostępniają przydatne dane.

Na aktualnym schemacie jednokreskowym zaznacza się punkty pomiarowe na zasilaniu głównym oraz na odpływach do rozdzielnic i największych odbiorników. Takie rozmieszczenie pozwala określić udział poszczególnych instalacji w całkowitym zużyciu energii.



źródło: Adobe Stock – grigovan

Ile liczników energii na początek?

Liczbę punktów pomiarowych wyznaczają układ instalacji i cel analizy. W niewielkim zakładzie może to być sześć punktów: zasilanie całego obiektu, sprężarkownia, ogrzewanie elektryczne z wentylacją, dwie główne grupy maszyn oraz oświetlenie z częścią biurową. Wariant ten zakłada, że odbiorniki połączone w pary i grupy mają wspólne zasilanie – jeśli korzystają z oddzielnych obwodów, punktów będzie więcej.

Każdy pomiar powinien mieć określony cel, np. przygotowanie zmiany harmonogramu pracy, porównanie maszyn pracujących w podobnych warunkach lub ocenę efektów modernizacji. Opomiarowanie drobnych odbior-



Bogdan Kruk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

ników zwiększa koszt i ilość danych do analizy, dlatego kolejne punkty warto dodawać tam, gdzie pierwsze pomiary wykazały znaczne zużycie o nieustalonej przyczynie.

Gdzie umieścić punkty pomiarowe i podliczniki energii?

Licznik główny mierzy energię na zasilaniu analizowanego obszaru, a podliczniki – na wybranych odpyływach w jego obrębie. Pomiar na zasilaniu hali pokazuje jej łączne zużycie, ale dopiero osobny pomiar sprężarki pozwala ustalić, ile z energii pobierają same sprężarki. Hierarchię liczników opisuje się w dokumentacji, podając miejsce montażu i zakres pomiaru każdego z nich – zapobiega to podwójnemu liczeniu tej samej energii przy sumowaniu wyników.

W zakładach z instalacją fotowoltaiczną należy rozróżnić energię wytworzoną, pobraną z sieci i do niej oddaną. Sam pomiar na przyłączy nie określa wtedy całkowitego zużycia energii w obiekcie.

Jakie liczniki energii elektrycznej wybrać?

Do monitorowania zużycia wystarcza pomiar energii czynnej, ale do oceny pracy instalacji przydają się też pomiary napięcia, prądu, mocy biernej i pozornej oraz współczynnika mocy. Tam, gdzie energia może płynąć w obu kierunkach, potrzebny jest licznik dwukierunkowy.

Licznik bezpośredni włącza się w tor prądowy obwodu, więc jego prąd maksymalny nie może być mniejszy od największego prądu obciążenia. Przy większych prądach stosuje się pomiar pośredni: przekładniki prądowe współpracują z licznikiem o wejściach 1 A lub 5 A. Przekładnię dobiera się do zakresu mierzonych prądów, klasę dokładności – do wymagań pomiaru, a moc znamionową – do obciążenia obwodu wtórnego.

Przekładniki z rdzeniem dzielonym można założyć bez rozłączania przewodu, co nie oznacza, że wolno je zakładać, gdy mierzony obwód jest pod napięciem. Każdy przekładnik musi być zamontowany zgodnie z kierunkiem przepływu prądu i przypisany do tej samej fazy co odpowiadający mu obwód napięciowy licznika. Obwodu wtórnego przekładnika z wyjściem 1 A lub 5 A nie wolno rozłączać przy przepływie prądu pierwotnego, ponieważ na jego zaciskach może się zaindukować niebezpieczne napięcie.

Komunikacja: magistrala RS-485 czy łączność radiowa?

W małej instalacji praktycznym rozwiązaniem jest magistrala RS-485 z protokołem Modbus RTU i konwerter do sieci Ethernet. Liczniki muszą mieć niepowtarzalne adresy i zgodne parametry transmisji, a magistrala – topologię liniową z terminacją na obu końcach. Sama zgodność z protokołem Modbus nie gwarantuje integracji z oprogramowaniem. Trzeba sprawdzić, czy program obsługuje mapę rejestrów danego licznika i poprawnie odczytuje jednostki oraz format danych.

Łączność radiowa ogranicza potrzebę układania przewodów, ale wymaga sprawdzenia zasięgu w metalowych rozdzielnicach i w hali oraz zachowania systemu po zaniku transmisji. W specyfikacji warto ująć lokalne buforowanie i eksport danych oraz sygnalizowanie luk w zapisie, a przy dostępie zdalnym – zarządzanie uprawnieniami i zabezpieczenie sieci.

Systemy wieloobwodowe i bezprzewodowe czujniki prądu

Liczbę osobnych urządzeń ograniczają modułowe systemy wieloobwodowe, w których moduły pomiaru prądu korzystają ze wspólnego pomiaru napięcia, a bramka komunikacyjna gromadzi dane z całego systemu. Część bramek

ma wbudowane oprogramowanie do wizualizacji, co warto uwzględnić przy porównywaniu kosztów.

Alternatywą są bezprzewodowe czujniki prądu zasilane indukcyjnie z monitorowanego przewodu. Nie wymagają baterii, trzeba jednak sprawdzić minimalny prąd potrzebny do ich działania. Niektóre modele przesyłają dane nawet co 10 sekund. W niektórych czujnikach wykorzystujących komunikację LoRaWAN energia jest szacowana na podstawie zmierzonego prądu i przyjętych w konfiguracji wartości napięcia oraz współczynnika mocy. Odchylenia rzeczywistych wartości od przyjętych obniżają dokładność wyniku. Takie szacunki pomagają śledzić pracę odbiorników, ale nie zastąpią licznika, który mierzy napięcie i prąd oraz wyznacza rzeczywistą energię czynną.

Ile kosztuje monitoring energii? Ceny sprzętu

Według ofert polskich dystrybutorów z października 2026 r. (ceny netto) trójfazowy licznik bezpośredni (do 100 A) z komunikacją Modbus RTU kosztuje około 400 zł, konwerter RS-485/Ethernet – 550–600 zł, a podstawowe oprogramowanie – 400–450 zł. Zestaw sześciu liczników, konwertera i programu to wydatek rzędu 3,5 tys. zł netto (bez montażu i uruchomienia). Są to kwoty orientacyjne – ceny zależą od parametrów urządzeń i funkcji oprogramowania. Przykład zakłada pomiar bezpośredni we wszystkich punktach – jeśli prąd zasilania głównego przekracza 100 A, potrzebny jest licznik przekładnikowy do pomiaru pośredniego.

Przy wyborze oprogramowania trzeba sprawdzić liczbę obsługiwanych liczników, interwał zapisu i okres przechowywania danych. Przykładowy program z tej kategorii cenowej obsługuje do 10 liczników, zapisuje dane co 10 minut i przechowuje historię z około 10 miesięcy. Taki interwał nie wystarcza do analizy rozruchów, a porównania rok do roku wymagają dodatkowej archiwizacji danych.

Koszty montażu i utrzymania systemu monitoringu

Pełna wycena systemu monitorowania energii musi obejmować też przegląd instalacji, dokumentację, przewody, aparaturę pomocniczą, montaż, konfigurację i odbiór, a w razie potrzeby także komputer, rejestrator i przebudowę rozdzielnic. W czynnym zakładzie trzeba ponadto zaplanować przerwy w zasilaniu potrzebne do montażu. Ofert nie da się rzetelnie porównać na podstawie samej ceny za punkt pomiarowy – liczą się również abonamenty, licencje, wsparcie techniczne i opłaty za rozbudowę systemu. W rozwiązaniach z lokalnym rejestratorem i platformą chmurową w ofercie może się znaleźć także analiza danych prowadzona przez doradców dostawcy. Budżet powinien zatem uwzględniać zarówno wdrożenie, jak i utrzymanie systemu w przyjętym okresie eksploatacji.

Odbiór i raporty: dane muszą prowadzić do decyzji

Podczas odbioru należy sprawdzić przypisanie faz, kierunku przepływu prądów, parametry przekładników ustawione w licznikach, jednostki i synchronizację znaczników czasu. Różnica między zużyciem zarejestrowanym przez licznik główny a sumą wskazań z podliczników może wynikać z nieopomiarowanych obwodów lub strat i nie musi oznaczać usterki, trzeba jednak wykluczyć błędy konfiguracji.

Raport powinien pokazywać zużycie energii w czasie poszczególnych zmian i poza godzinami pracy, a jeśli dostępne są dane produkcyjne – także na jednostkę wyrobu. Ogrzewanie trzeba oceniać z uwzględnieniem temperatury zewnętrznej, a procesy – wielkości produkcji. Dla każdego alarmu warto wyznaczyć osobę odpowiedzialną za reakcję, a system rozbudowywać tylko tam, gdzie dane wskazują na taką potrzebę. ■



źródło: Fraunhofer ISE

Udane testy ogniw akumulatorowych z anodami bogatymi w krzem

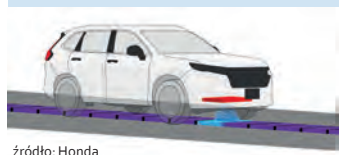
Akumulatory litowo-jonowe z anodami bogatymi w krzem zapewniają wysoką gęstość energii, co czyni je obiecującymi rozwiązaniami w dziedzinie mobilności elektrycznej, lotnictwa, a także stacjonarnych systemów magazynowania energii. Jednak ich zastosowanie przemysłowe było dotychczas ograniczone przede wszystkim przez krótką ich żywotność.

W ramach projektu „StrOboBatt” naukowcom z Instytutu Systemów Energii Słonecznej Fraunhofera ISE udało się poddać wyprodukowanym we własnym zakresie ogniwom typu pouch

(o pojemności 25 Ah z anodami bogatymi w krzem) ponad 1 000 pełnych cykli ładowania i rozładowania. Po zakończeniu cykli akumulatory zachowały ponad 83% swojej pierwotnej pojemności, osiągając gęstość energii na poziomie 280 Wh/kg. Testy te stanowią ważny krok w kierunku zastosowania anod bogatych w krzem w akumulatorach o wysokiej energii.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Honda oferuje prostszy sposób ładowania samochodów elektrycznych



źródło: Honda

Honda pracuje nad nowatorskim sposobem ładowania akumulatorów pojazdów elektrycznych podczas jazdy. Wkrótce mają rozpocząć się pierwsze testy nowej technolo-

gii, którą firma określa mianem systemu drogowego z dynamicznym bezprzewodowym przekazywaniem energii (DWPT) opartym na sprzężeniu magnetycznym. Rozwiązanie to polega na wbudowaniu systemu ładowania bezprzewodowego w same drogi.

Nowa technologia składa się z trzech głównych elementów: naziemnego systemu zasilania prądem stałym, naziemnego systemu montażowego opartego na dystrybucji prądu stałego, który łączy wiele jednostek wewnątrz jezdni, oraz odbiornika mocy w pojeździe. Odbiornik ten zainstalowano w podwoziu pojazdu. Jego zadaniem jest odbieranie ładunku i przekazywanie go do akumulatora.

Honda rozważa zainstalowanie naziemnego systemu zasilania na ulicach i drogach o dużym natężeniu ruchu. Pole elektromagnetyczne byłoby wytwarzane przez odbiornik zamontowany w pojeździe i naziemną jednostkę dystrybucyjną.

System umożliwiłby ładowanie każdego rodzaju pojazdu z napędem akumulatorowo-elektrycznym, nawet tak dużych jak ciężarówki. Japoński koncern zamierza w pierwszej fazie wdrożyć technologię DWPT w branżach logistycznej i transportowej.

więcej: global.honda/en/

Innowacyjna seria zasilaczy CSP

Wprowadzając nową serię CSP, Voltcraft zrywa z wizerunkiem ciężkich i nieporęcznych zasilaczy laboratoryjnych, stawiając jednocześnie na szerokie zróżnicowanie oferty. Nowa seria obejmuje łącznie dwanaście modeli wyposażonych w różne funkcje.

Cztery z dwunastu modeli mogą pracować zarówno z dołączonym przetwornikiem napięcia, jak i zasilaniem akumulatorowym. To drugie rozwiązanie daje kilka praktycznych korzyści. Umożliwia całkowicie niezależną pracę i pozwala ograniczyć ilość sprzętu zabieranego w teren.

Zapewnia również pełną separację galwaniczną od sieci, co ogranicza poziom szumów i pomaga uzyskać stabilne, wolne od zakłóceń wyniki pomiarów. Ma to szczególne znaczenie w laboratoriach i podczas zajęć dydaktycznych. Dzięki temu na oscyloskopie można precyzyjnie obserwować m.in. zachowanie cewek i kondensatorów, a także złożone przebiegi prądu przemiennego, korzystając z rzeczywistego źródła napięcia AC.

W kompaktowych obudowach zasilaczy z serii CSP marki Voltcraft zastosowano wysokiej jakości podzespoły, które pozwalają sprostać wymaganiom różnych obszarów zastosowania. W zależności od modelu moc urządzeń wynosi 18–90 W, a prąd wyjściowy mieści się w zakresie 1–6 A.



źródło: Conrad Electronic

więcej: conrad.pl

Dławiki do przewodów ekranowanych



źródło: HELU

Firma HELU oferuje kable sterownicze z rodziny JZ-500, zaprojektowane z myślą o wymagających aplikacjach automatyki przemysłowej. Odpowiadają one na jedną z kluczowych potrzeb konstruktorów maszyn – połączenie wysokiej elastyczności z szybkością montażu i łatwością serwisowania.

Kable JZ-500 charakteryzują się elastycznością klasy 5 według normy IEC 60228, co ułatwia ich prowadzenie w szafach sterowniczych i kompaktowych obudowach maszyn. Udogodnieniem są również numerowane żyły (czarne, z nadrukowanymi co 1 cm białymi cyframi), które przyspieszają wykonywanie połączeń elektrycznych i minimalizują ryzyko pomyłek podczas montażu i uruchomienia. Dodatkowym atutem jest łatwo zdejmowalna powłoka, skracająca czas przygotowania kabla do instalacji, a także trwała powłoka PVC, gwarantująca odporność na typowe warunki pracy w środowisku przemysłowym.

Kable z rodziny JZ-500 sprawdzają się w maszynach budowanych dla przemysłu motoryzacyjnego, producentów wyrobów z tworzyw sztucznych i branży AGD – wszędzie tam, gdzie instalacje sterownicze muszą działać niezawodnie przez wiele lat.

Zastosowanie JZ-500 przekłada się na wymierne korzyści: krótszy czas wykonywania instalacji elektrycznej, sprawniejszy montaż szaf sterowniczych, łatwiejszą diagnostykę i serwis, a także wyższą niezawodność całego systemu automatyki.

więcej: helu.pl

„Mini” VarioShells umożliwiają bardziej elastyczne projektowanie połączeń

Na targach InnoTrans 2026 firma HARTING zaprezentowała trzy nowe wersje „Mini” obudowy Han® HPR VarioShell. Seria ta charakteryzuje się zintegrowaną koncepcją obudowy dla kabli połączeniowych służących do przesyłania wysokich prądów, sygnałów i danych w pojazdach szynowych.



źródło: Harting

Obudowy „Mini” VarioShell są dostępne w rozmiarach 6, 10 i 24. Ich konstrukcja jest bardziej kompaktowa niż w przypadku większych odpowiedników – modeli VarioShell Han 24 i 34 HPR. Ze względu na swoje wymiary w mniejszych obudowach można zamontować tylko jedną ramę montażową.

VarioShell to sprawdzona, zintegrowana koncepcja projektowania przewodów połączeniowych, stosowana od wielu lat. Została zaprojektowana w celu uproszczenia korzystania ze złączy w pojazdach szynowych (jako przewody połączeniowe), zmniejszenia masy i ułatwienia konserwacji.

Do przesyłu dużej mocy dostępne są styki HC-Modular 250, 350 i 650, a także nowa seria Han DCT CU 18/22/30 (wyposażona w technologię DoubleContact). Dzięki stopniowi ochrony IP 68/69 wszystkie modele VarioShell mogą być bezpiecznie stosowane w warunkach zewnętrznych.

więcej: harting.com

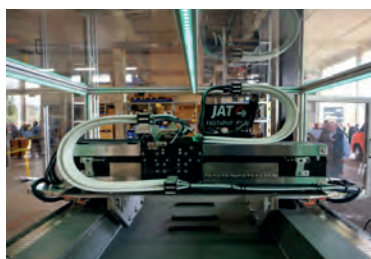
System e-skin flat

Najwyższa precyzja w produkcji chipów

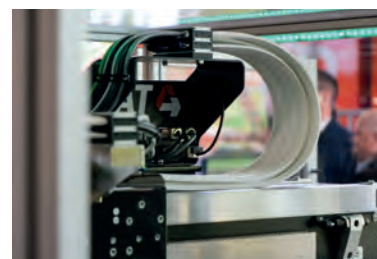
Przemysł półprzewodnikowy opiera się na najwyższej precyzji, dynamice i niezawodności maszyn. Dzięki ultraprecyzyjnemu systemowi FAST 4PNP firma Jenaer Antriebstechnik GmbH opracowała rozwiązanie typu pick&place, które umożliwia pozycjonowanie elementów z dokładnością $\pm 0,1 \mu\text{m}$. Firma otrzymała srebrną nagrodę vector od igus za innowacyjne zastosowanie produktu e-skin flat.



▲ Firma Jenaer Antriebstechnik GmbH otrzymała srebrną nagrodę vector za zastosowanie produktu „e-skin flat” firmy igus.



▲ Ten wysoce precyzyjny system znajduje zastosowanie m.in. w pomieszczeniach czystych w przemyśle półprzewodnikowym.



▲ e-skin flat zapewnia zasilanie wolne od cząstek.

Klasy czystości pomieszczeń zgodnie z normą ISO 14644 stawiają najwyższe wymagania wobec wszystkich systemów stosowanych w pomieszczeniach czystych. I nie bez powodu. W pomieszczeniach czystych nawet najmniejsze zanieczyszczenia mogą spowodować poważne szkody: już jedna cząsteczka może nieodwracalnie uszkodzić partię kosztownych mikrochipów. Pomimo ogromnych wyzwań pomieszczenia czyste zyskują na znaczeniu: przemysł półprzewodników jest jedną z kluczowych gałęzi przemysłu w zglobalizowanym świecie, a rząd niemiecki i Unia Europejska wspierają również krajową produkcję chipów.

– Branża półprzewodników jest jednym z rynków o absolutnym wzroście – mówi **Volker Hille**, dyrektor działu mechatroniki w firmie **Jenaer Antriebstechnik (JAT)** i pomysłodawca ultraprecyzyjnego systemu FAST 4PNP.

Aplikacja typu pick&place umieszcza elementy, takie jak mikrochipy, na płytce drukowanej z wysoką precyzją, a system osiąga przyspieszenia nawet 100 m/s^2 . Wszystko to w pomieszczeniach czystych klasy od 3 do 5. Uwzględniając te ekstremalne wymagania, firma JAT musi instalować produkty posiadające specjalne certyfikaty dopuszczające je do użytku w pomieszczeniach czystych. W zakresie systemu zasilania firma JAT zdecydowała się na certyfikowany system e-skin flat z kablami chainflex i otrzymała srebrną nagrodę vector przyznaną przez firmę igus. Nagroda przyznawana co dwa lata za najbardziej interesujące projekty związane z systemami przewodników kablowych.

Prowadzenie kabli jako wyzwanie

Volker Hille i jego zespół rozwiązali typowy problem związany z projektowaniem maszyn podczas opracowywania modelu FAST 4PNP.

– Prowadzenie kabli to zawsze ogromne wyzwanie – mówi kierownik projektu. Problemem jest to, że tam, gdzie kable się przemieszczają, może dochodzić do ścierania – a to niedopuszczalne w pomieszczeniu czystym. Zgodnie z normą DIN EN ISO 14644-1 limity stężenia cząstek dla klasy ISO 1 są niezwykle rygorystyczne. Cząstki o wielkości mniejszej niż $0,1 \mu\text{m}$ są dopuszczalne w maksymalnym stężeniu wynoszącym 10 cząstek na metr sześcienny.

Prace rozwojowe początkowo opierały się na sprawdzonej koncepcji: zespół eksperymentował z przewodnikami firmy **igus**, które firma JAT od wielu lat z powodzeniem wykorzystuje do różnych zastosowań. – W przypadku tradycyjnego przewodnika kablowego każde ogniwo stykałoby się z podłożem, co powoduje tarcie i ścieranie – wyjaśnia **Volker Hille**.

Z tego powodu zdecydowano się na produkt, który w tamtym czasie był nowością na rynku: e-skin flat firmy igus. Firma z siedzibą w Kolonii dostrzegła, że zastosowania w pomieszczeniach czystych zyskują coraz większe znaczenie. Jako płaski kabel wykonany z wysokowydajnego tworzywa sztucznego firmy igus nie wykazuje żadnych widocznych śladów zużycia i jest odporny na ścieranie.

We współpracy z instytutem Fraunhofer IPA firma igus uzyskała certyfikat zgodności e-skin flat z normą ISO klasy 1 w zakresie zastosowań w pomieszczeniach czystych. Firma igus zapewnia swoim klientom dużą elastyczność w zakresie wykorzystania tego płaskiego kabla. W zależności od wymagań system można dowolnie rozbudowywać; możliwa jest również konstrukcja wielowarstwowa. Jest o 9 dB(A) cichszy od tradycyjnych kabli płaskich i o 20% tańszy od innych kabli płaskich przeznaczonych do pomieszczeń czystych. e-skin flat został zaprojektowany jako wersja samonośna, ale dostępny jest również specjalnie opracowany e-skin flat z przewodnikiem wspierającym.

Dotychczasowe rozwiązania mało przekonujące

Przed wprowadzeniem e-skin flat firma JAT stosowała dostępne na rynku luźne węże kablowe. – *Brakuje im jednak pewnej stabilności* – stwierdza **Volker Hille**. Produkt e-skin flat zapewnia taką stabilność i przekonał firmę JAT jeszcze z innego powodu: wypełnienie można szybko i elastycznie wymienić. Było to istotne dla specjalistów z Turynii, ponieważ dopiero pod koniec procesu projektowania ustala się, jakie kable są niezbędne do danego zastosowania. Jeśli chodzi o same kable, firma JAT stosuje serię chainflex CFCLEAN firmy igus, którą opracowano specjalnie z myślą o małych promieniach w pomieszczeniach czystych. – *Korzystamy z produktów igus niemal wszędzie* – wyjaśnia z zadowoleniem **Volker Hille**. W modelu FAST 4PNP pod powierzchnią roboczą znajdują się nawet dwa przewody kablowe z serii E6.1, przystosowanej do stosowania w pomieszczeniach czystych.

„Ukryty lider” zwiększa potencjał obszaru

Precyzja, szybkość, odporność na ścieranie: te trzy kluczowe czynniki przekonały firmę JAT do wyboru e-skin flat. Jednak entuzjazm związany z tym innowacyjnym zastosowaniem w systemie ultraprecyzyjnym jest obopólny.

– *Połączenie wymagającego, precyzyjnego systemu w pomieszczeniu czystym z płaskim elementem e-skin całkowicie nas przekonało* – mówi **Kira Weller**, Product Manager działu e-przewodników i ekspert od rozwiązań w zakresie pomieszczeń czystych w firmie **igus**.

Firma JAT, zatrudniająca 150 osób, pokazuje, że Niemcy mają ogromny potencjał w branży półprzewodników. Firma, będąca „sekretnym liderem” w Turynii, wnosi w tym zakre-

sie znaczący wkład. Zajmuje się produkcją dostosowanych do indywidualnych potrzeb komponentów serwo i kompletnych układów napędowych, łącząc pod jednym dachem wszystkie etapy – od prac rozwojowych po produkcję seryjną. Współpraca między tymi dwiema firmami ma również pozytywny wpływ na firmę igus.

– *Jesteśmy bardzo wdzięczni za doświadczenie, jakie zdobyliśmy dzięki projektowi realizowanemu wspólnie z JAT* – wyjaśnia **Kira Weller**. Między innymi zoptymalizowano uchwyt montażowy i podkładki dystansowe do panelu e-skin flat, co ułatwia jego montaż. **Thomas Haugk**, kierownik ds. obsługi kluczowych klientów w firmie JAT, z zadowoleniem wspomina tę współpracę: – *e-skin flat jest idealny do tego zastosowania. To zachęciło nas do wykorzystania go również w innych produktach*.

Z nadzieją w przyszłość

W Jenie zdobycie srebrnej nagrody vector jest postrzegane jako motywacja do dalszego opracowywania innowacyjnych produktów – przede wszystkim dla przemysłu półprzewodnikowego. W firmie JAT nie ma wątpliwości, że nadal będą korzystać z obszernego katalogu produktów firmy igus.

– *Po prostu cenimy sobie współpracę na równych prawach* – informuje **Max Fröhlich**, projektant instalacji elektrycznych w firmie JAT. Wraz ze swoimi współpracownikami już teraz zastanawia się nad nowymi projektami, w których e-skin flat z pewnością ponownie odegra ważną rolę. ■

Artykuł powstał na podstawie materiałów i zdjęć firmy igus.

Przewód Ethernet**15 milionów zgięć gwarantowane****Test 4888****CHAINFLEX® SIĘ SKRĘCA!****Rekordowy skręt przewodu ± 360°/m**

- Przewody do robotów bezpośrednio z magazynu
- Od 1 metra, bez kosztów cięcia
- Przetestowane w największym w branży laboratorium

- Sprzedawane na metry lub jako gotowe do podłączenia przewody konfekcjonowane
- Kalkulator żywotności online
- 4 lata gwarancji



Zasilacze

Dodatkowa diagnostyka i IO-Link: zasilanie, które samo zgłasza problem

W szafie sterowniczej zasilacz jest elementem, o którym zazwyczaj się nie myśli, dopóki działa. Nie ma ekranu ani logiki, a o jego istnieniu przypominamy sobie dopiero wtedy, gdy gaśnie dioda. Razem z nią przestają pracować sterownik, panel, czujniki i zawory. Zasilacz 24 V DC jest wspólnym mianownikiem całej instalacji, więc jego awaria zatrzymuje linię, a nie pojedyncze urządzenie. Producenci coraz częściej odpowiadają na ten problem zasilaczami, które same przekazują informacje o swoim stanie, często z wykorzystaniem dobrze znanego z automatyki interfejsu IO-Link.

Jakub Kleczkowski



źródło: Adobe Stock – Surasak



Jakub Kleczkowski
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Zasilacz z diagnostyką działa na tej samej zasadzie co klasyczny zasilacz impulsowy: zamienia napięcie sieciowe na stabilne napięcie stałe (najczęściej 24 V) i dostarcza energię do obwodów sterowania oraz urządzeń polowych. Różnica polega na tym, że ma wbudowany układ pomiarowy i interfejs cyfrowy, przez który udostępnia dane o własnej pracy. Podstawowe mierzone wielkości to napięcie wyjściowe i prąd obciążenia, a w wielu modelach także temperatura wewnętrzna, czas pracy, liczba zadziałań zabezpieczeń czy stan zasilania wejściowego.

IO-Link, jeden z kanałów przekazywania tych informacji, jest znormalizowanym interfejsem cyfrowym opisanym w normie IEC 61131-9. Działa w topologii punkt-punkt, wykorzystuje nieekranowany przewód o długości do 20 m i standardowe złącza M12 lub M8. Urządzenia podłącza się do modułu zwanego masterem, który przekazuje dane do sterownika przez sieć polową lub ethernetową. Każde urządzenie ma plik opisu IODD (IO Device Description), dzięki czemu system wie, jakie wartości może odczytać i jak je interpretować. Urządzenie może też samo zgłaszać zdarzenia, na przykład ostrzeżenie

o przeciążeniu czy zbyt wysokiej temperaturze, więc nie trzeba ich szukać w surowych danych.

Dlaczego autodiagnostyka ma znaczenie

Tradycyjny zasilacz ma diodę LED i wyjście sygnalizacyjne DC OK (styk przekaźnika lub wyjście tranzystorowe) potwierdzające, że napięcie wyjściowe jest prawidłowe. To informacja dwustanowa i spóźniona, bo sygnał zmienia stan dopiero wtedy, gdy napięcie spadło poniżej progu, a maszyna często zdążyła się już zatrzymać. Służby utrzymania ruchu dowiadują się o problemie w chwili awarii, a nie wtedy, gdy jeszcze można zareagować.

Zasilacz przekazujący wartości pomiarowe zmienia tę sytuację. Jeśli obciążenie rośnie z miesiąca na miesiąc, bo do szafy dołączane są kolejne odbiorniki, system może zasygnalizować kurczącą się rezerwę mocy, zanim zasilacz zacznie się przegrzewać. Jeśli rośnie temperatura wewnątrz szafy, widać to w danych na długo przed uszkodzeniem kondensatorów elektrolitycznych, których starzenie postępuje w takich warunkach szybko.

Dlatego możliwość otrzymywania informacji o stanie zasilacza, a nie tylko o jego awarii, ma dziś takie znaczenie. Zasilacz może stać się częścią systemu diagnostycznego, a komunikacja odbywa się w otwartym standardzie, który obsługują sterowniki i masterzy różnych producentów.

Co zyskuje zakład

Pierwszą korzyścią jest ograniczenie nieplanowanych przestojów. Wymiana zasilacza może zostać zaplanowana na najbliższą przerwę, zamiast być wymuszona awarią. Druga korzyść to szybsza lokalizacja usterek. Gdy linia się zatrzymuje, służby techniczne widzą z poziomu systemu nadzręcznego, czy przyczyną było zasilanie, czy coś innego, bez chodzenia od szafy do szafy z miernikiem. W rozproszonych instalacjach, na przykład w intralogistyce czy dużych halach, zaoszczędzony czas ma już wymierną wartość.

Są też korzyści mniej oczywiste. W niektórych modelach napięcie wyjściowe można ustawiać zdalnie, co ułatwia uruchomienie i późniejsze zmiany. Dane o obciążeniu pomagają ocenić, czy szafa nie jest przeciążona, zanim zapadnie decyzja o jej rozbudowie. Zapisane zdarzenia ułatwiają także analizę po awarii, bo wiadomo, co działo się z zasilaniem w chwili zatrzymania. Praktyczną zaletą jest również mechanizm przechowywania parametrów w masterze IO-Link, który po wymianie urządzenia pozwala automatycznie przywrócić jego ustawienia. Technik nie musi wtedy znać konfiguracji na pamięć ani szukać jej w dokumentacji.

Odmiany zasilaczy

Zasilacze z diagnostyką można podzielić na trzy grupy. Pierwszą stanowią modele z wbudowanym interfejsem IO-Link, dostępne w wersjach jednofazowych i trójfazowych, w różnych klasach mocy. Drugą grupę tworzą zasilacze z interfejsem ethernetowym, które przekazują dane bezpośrednio do sieci, bez pośrednictwa mastera. Trzecią tworzą rozwiązania uzupełniające, czyli moduły monitorowania i elektroniczne zabezpieczenia obwodów 24 V, często również z interfejsem IO-Link, które mierzą prąd w poszczególnych gałęziach zasilania.

Modele z IO-Link różnią się od zasilaczy z samym stykiem DC OK rodzajem informacji: zamiast sygnału dwustanowego otrzymujemy wyniki pomiarów, a od wersji ethernetowych – prostotą włączenia do systemu. Jeśli w zakładzie działa już architektura IO-Link na poziomie czujników, wolny port mastera wystarczy, żeby dołączyć kolejne urządzenie. Wersja ethernetowa daje z kolei szybszy dostęp

do danych i nie zajmuje portu mastera, ale wymaga adresu i zarządzania kolejnym urządzeniem w sieci.

Przy wyborze konkretnego modelu warto sprawdzić, czy producent udostępnia plik IODD i pełny opis danych, bo zakres odczytywanych wartości bywa różny nawet w obrębie jednej serii. Znaczenie mają też zapas mocy przy rozruchach odbiorników, dopuszczalna temperatura pracy oraz to, czy diagnostykę oferują także moduły redundancyjne, jeśli instalacja ma być zasilana z dwóch źródeł.

Popularność rozwiązania

IO-Link jest w Polsce dobrze znany w obszarze czujników i modułów wejść/wyjść, zwłaszcza u producentów maszyn eksportujących na rynek niemiecki. Zasilacze z IO-Link są na tym tle rozwiązaniem mniej rozpowszechnionym, choć zainteresowanie nimi, jak się wydaje, rośnie. Wpływają na to coraz wyższe wymagania dotyczące dostępności maszyn, upowszechnienie utrzymania ruchu opartego na danych oraz fakt, że część producentów szaf i maszyn zaczyna traktować diagnostykę zasilania jako element wyróżniający ofertę.

Nie jest to jednak jeszcze standard w typowych szafach. Wciąż dominują w nich zasilacze z samym sygnałem DC OK, głównie z powodu ceny i przyzwyczajenia.

Jak szybko zwraca się inwestycja

Trudno podać uniwersalny okres zwrotu, bo zasilacz z diagnostyką jest droższy od zwykłego, a oszczędności zależą od tego, ile kosztuje godzina przestoju w danym zakładzie. Na linii pracującej w ruchu ciągłym jedno uniknięte zatrzymanie może pokryć różnicę w cenie wielu zasilaczy. W prostej szafie sterowniczej pojedynczej maszyny, której przestój niewiele kosztuje, korzyść będzie znacznie mniejsza. Trzeba też doliczyć koszty systemowe: portu mastera, konfiguracji i przygotowania odczytu danych w sterowniku.

Firmy często zauważają realne oszczędności dopiero po kilku miesiącach, gdy dane zaczynają pokazywać trendy, a planowe wymiany zastępują nagłe awarie. Czy warto zainwestować w takie rozwiązanie? To zależy w dużej mierze od tego, jak ważny jest zasilany obiekt. Tam, gdzie zasilanie decyduje o dostępności linii, dodatkowy koszt powinien się zwrócić. Tam, gdzie nie decyduje, sensowniej może się okazać zwykły zasilacz.

Kierunki rozwoju

Za zmianami w tym obszarze stoją trzy zjawiska. Pierwszym jest możliwość przekazywania danych z masterów IO-Link do systemów wyższego poziomu, m.in. za pomocą protokołów OPC UA czy MQTT, dzięki czemu informacje z zasilaczy mogą trafiać do platform analitycznych. Drugim jest rozwój predykcyjnego utrzymania ruchu, w którym algorytmy analizują trendy obciążenia i temperatury i na tej podstawie potrafią oszacować pozostały czas pracy urządzenia. Trzecim jest komunikacja bezprzewodowa: dostępny jest już wariant IO-Link Wireless, który może ułatwić dołączanie urządzeń trudno dostępnych. Wraz z rosnącą ilością danych zyskuje na znaczeniu bezpieczeństwo sieci, więc przy łączeniu diagnostyki z systemami wyższego poziomu warto stosować segmentację i zasady opisane w międzynarodowej serii norm IEC 62443.

W perspektywie kilku lat można się spodziewać, że diagnostyka zasilania stanie się w automatyce równie oczywista, jak dziś jest diagnostyka napędów. Zasilacz nadal będzie elementem, o którym najlepiej nie pamiętać, z tą różnicą, że sam przypomni o sobie, zanim będzie za późno. ■

Luka kompetencyjna w automatyce

Polskie fabryki automatyzują się coraz szybciej, ale brakuje ludzi, którzy potrafią te systemy zaprojektować, uruchomić i utrzymać. Rekrutacja i wdrożenie automatyka trwa miesiącami, a niedobór doświadczonych specjalistów realnie hamuje inwestycje. O skali tej luki, jej przyczynach i sposobach przeciwdziałania jej rozmawiamy z Sebastianem Aszklarem z firmy Beckhoff Automation, Iwoną Marciów z Yaskawa Polska i Arturem Nowocieniem z Siemens Polska.

Rozmawiał: Wojciech Traczyk

Jak oceniają Państwo skalę luki kompetencyjnej w automatyce i robotyce? Których specjalistów brakuje obecnie najbardziej?



Sebastian Aszklar: Lukę kompetencyjną w automatyce uważamy za realną i odczuwalną już dziś. Najbardziej brakuje automatyków z doświadczeniem obiektowym, czyli takich, którzy uczestniczyli w uruchomieniach maszyn i linii w realnych warunkach produkcyjnych. Na rynku nie brakuje osób, które potrafią napisać program. Poszukiwani są natomiast specjaliści z szerszym, interdyscyplinarnym spojrzeniem, którzy rozumieją podstawy elektryki i mechaniki, potrafią odczytać schemat, zdiagnozować usterkę w torze pomiarowym czy ocenić wpływ mechaniki na pracę napędu. To właśnie takie osoby najszybciej rozwiązują problemy na obiekcie i są dziś najbardziej poszukiwane. Sztuczna inteligencja coraz skuteczniej wspiera samo tworzenie oprogramowania, jednak w uruchomieniu na obiekcie, gdzie liczą się praktyczne doświadczenie i znajomość fizycznej maszyny, jej rola jest wciąż ograniczona.



Iwona Marciów: Luka kompetencyjna w automatyce i robotyce jest dziś wyraźnie odczuwalna i dotyczy przede wszystkim osób o praktycznych, interdyscyplinarnych umiejętnościach.

Potwierdzają to dane z Raportu płacowego Hays 2026: 71% firm doświadczyło niedoboru kompetencji, a 56% firm z sektora produkcji i inżynierii przewiduje trudności rekrutacyjne. Raport wskazuje jednocześnie na rosnące zapotrzebowanie m.in. na inżynierów automatyki i robotyki, inżynierów procesu i specjalistów ds. integracji systemów.

Z perspektywy branży szczególnie cenieni są specjaliści, którzy potrafią łączyć wiedzę z zakresu automatyki i robotyki ze znajomością procesu oraz integracji różnych systemów. Sama znajomość konkretnej technologii coraz częściej nie wystarcza. Liczy się również umiejętność spojrzenia na całą aplikację i wykorzystania nowych rozwiązań cyfrowych.



Artur Nowocien: Luka kompetencyjna jest realna i już dziś wpływa na funkcjonowanie oraz plany firm. Potwierdzają to dane: w badaniu INDORO z 2025 r. 45% przedsiębiorstw wskazało brak wykwalifikowanej kadry jako najwię-

ksze wyzwanie sektora automatyki i robotyki. Z kolei według badania ManpowerGroup z 2026 r. kompetencje inżynierskie są najtrudniejszymi do znalezienia umiejętnościami w Polsce, na co wskazuje co piąta firma (21%).

Z moich obserwacji wynika, że największe zapotrzebowanie dotyczy dziś specjalistów łączących kompetencje z obszaru automatyki i IT: programistów systemów sterowania, ekspertów od uruchomień, robotyki i systemów wizyjnych, a także cyberbezpieczeństwa w produkcji. Szczególnie trudno znaleźć inżynierów z kilkuletnim doświadczeniem, którzy są w stanie samodzielnie poprowadzić projekt.

Z czego wynika ten problem? Czy istnieje duże prawdopodobieństwo, że luka ta będzie się pogłębiać?



Sebastian Aszklar: Pod względem liczby kierunków i miejsc na uczelniach sytuacja jest dziś lepsza niż kilkanaście lat temu. Problem nie leży więc w samym kształceniu, lecz w tym, że wielu wykształconych automatyków wybiera inną ścieżkę kariery. W ostatnich latach powszechny był odpływ do branży IT, która kusila wyższymi stawkami i pracą mniej obciążającą, w komfortowych warunkach biurowych, bez wyjazdów na uruchomienia i pracy w hali produkcyjnej.

Jednocześnie szybko rośnie zakres odpowiedzialności automatyka. Kiedyś wystarczała znajomość logiki sterowania i podstaw napędów. Dziś od jednej osoby oczekuje się znajomości cyberbezpieczeństwa OT, zaawansowanego motion control, bezpieczeństwa funkcjonalnego i komunikacji z systemami IT, a coraz częściej także systemów wizyjnych i AI. Wymagania rosną szybciej niż atrakcyjność tej pracy, przez co dla wielu osób wchodzących na rynek pracy nie jest ona wystarczająco konkurencyjna.



Iwona Marciów: Jedną z głównych przyczyn jest tempo zmian technologicznych. Zakłady produkcyjne coraz szerzej wykorzystują automatyzację, robotyzację i digitalizację, a kompetencje pracowników muszą rozwijać się równie szybko. Jednocześnie rosną oczekiwania wobec inżynierów, którzy coraz częściej muszą rozumieć nie tylko pojedynczą technologię, ale cały proces i współpracę różnych systemów w ramach jednej aplikacji. To sprawia, że szczególnie poszukiwane są osoby łączące wiedzę techniczną z praktycznym doświadczeniem.

Można oczekiwać, że wyzwanie to pozostanie istotne, a wraz z rozwojem automatyzacji, robotyzacji i digitalizacji wymagania kompetencyjne wobec inżynierów będą nadal rosły. Nie chodzi wyłącznie o liczbę dostępnych specjalistów, ale o dopasowanie ich wiedzy do technologii wdrażanych obecnie i w kolejnych latach w przemyśle.



Artur Nowocien: Na tę sytuację nakłada się kilka zjawisk. Po pierwsze, zmiany demograficzne. Według GUS w ciągu pięciu lat mediana wieku w Polsce wzrosła o ponad dwa lata. Doświadczeni inżynierowie przechodzą na emeryturę, a wraz z nimi znika część wiedzy o instalacjach i systemach, która nie zawsze była wcześniej spisywana lub przekazana młodszym pracownikom.

Po drugie, technologia rozwija się szybciej, niż nadąża za nią system kształcenia. Zmienia się też sam zawód automatyka. Dziś obejmuje on nie tylko klasyczne systemy automatyki i robotyki, ale również coboty, roboty mobilne, systemy wizyjne, analizę danych czy coraz szersze zastosowanie sztucznej inteligencji.

Dlatego uważam, że luka kompetencyjna może się pogłębiać. Wprawdzie według ManpowerGroup odsetek firm mających problemy rekrutacyjne spada od pięciu lat, ale jednocześnie zmienia się charakter poszukiwanych kompetencji. Firmy potrzebują dziś nie tyle dodatkowych rąk do pracy, ile wyspecjalizowanej wiedzy, którą trudno zastąpić. A takich kompetencji przybywa wolniej, niż rośnie na nie zapotrzebowanie.

Jakie widzą Państwo rozwiązania tego problemu?



Sebastian Aszklar: Skoro problemem jest niewystarczająca atrakcyjność zawodu, firmy muszą konkurować o specjalistów nie tylko wynagrodzeniem, ale też jasnymi ścieżkami rozwoju i lepszymi warunkami pracy. Ważne jest wsparcie młodych inżynierów przez mentoring prowadzony przez doświadczonych automatyków. Systemowo kluczowa jest ściślejsza współpraca przemysłu z uczelniami, m.in. przy studiach dualnych i praktykach, a także budowanie wizerunku automatyka jako twórcy nowoczesnych technologii.

Od wielu lat staramy się upraszczać pracę automatyka poprzez redukcję osprzętu, ograniczanie okablowania, a nawet eliminowanie tradycyjnej szafy sterowniczej. Dzięki temu coraz większy zakres funkcji sterowania, a przede wszystkim diagnostyki, można realizować programowo, również zdalnie i z pomocą systemów wspieranych przez AI. Wirtualne uruchomienie i zdalny serwis ograniczają czas spędzany na obiekcie. Z kolei praca w środowisku znanym z IT, z kontrolą wersji i nowoczesnymi językami programowania, sprawia, że automatyka może być równie atrakcyjna jak branża informatyczna.



Iwona Marciów: Potrzebne są działania zarówno po stronie przedsiębiorstw, jak i edukacji. Firmy powinny mocniej inwestować w rozwój już zatrudnionych osób poprzez szkolenia, przekwalifikowanie i możliwość zdobywania praktycznego doświadczenia przy rzeczywistych wdrożeniach. Raport Hays pokazuje, że najczęściej wskazywaną przez firmy strategią radzenia sobie z luką kompetencyjną jest podnoszenie kwalifikacji obecnych pracowników (*upskilling*).

W dłuższej perspektywie ważna jest również ściślejsza współpraca przemysłu ze szkołami technicznymi i uczelniami, tak aby kształcenie nadążało za zmianami zachodzącymi w produkcji. Automatyka i robotyka rozwijają się bardzo

Nasi Eksperti



Sztuczna inteligencja coraz skuteczniej wspiera tworzenie oprogramowania, jednak w uruchomieniu na obiekcie, gdzie liczą się praktyczne doświadczenie i znajomość fizycznej maszyny, jej rola jest wciąż ograniczona.

Sebastian Aszklar
Dyrektor sprzedaży
Beckhoff Automation



Z perspektywy branży szczególnie cenią się specjaliści, którzy potrafią łączyć wiedzę z zakresu automatyki i robotyki ze znajomością procesu oraz integracji różnych systemów.

Iwona Marciów
Specjalista ds. zgodności, RODO i administracji
Yaskawa Polska



Firmy potrzebują dziś nie tyle dodatkowych rąk do pracy, ile wyspecjalizowanej wiedzy, którą trudno zastąpić. A takich kompetencji przybywa wolniej, niż rośnie na nie zapotrzebowanie.

Artur Nowocien
Kierownik Działu Rozwoju Sprzedaży
Siemens Polska

szybko, dlatego kluczowe staje się nie tylko pozyskiwanie nowych pracowników, ile przede wszystkim ciągłe aktualizowanie kompetencji osób już pracujących w branży.



Artur Nowocien: Same firmy przemysłowe nie rozwiążą tego problemu, ale to właśnie od działań podejmowanych przez nie warto zacząć. Podstawą powinny być praktyki i staże organizowane we współpracy ze szkołami i uczelniami, rozwój kompetencji obecnych pracowników, a także świadomy transfer wiedzy, zanim najbardziej doświadczeni inżynierowie odejdą z organizacji. Równolegle potrzebne są rozwiązania systemowe, przede wszystkim ściślejsze powiązanie edukacji z realnymi potrzebami przemysłu. Chodzi m.in. o laboratoria i klasy patronackie wykorzystujące nowoczesny sprzęt, Branżowe Centra Umiejętności czy programy przekwalifikowania skierowane do osób mających doświadczenie w IT lub elektryce. Już dziś obserwuję rosnące zainteresowanie pracą w przemyśle wśród osób z doświadczeniem w IT, którym brakuje jednak znajomości specyfiki automatyki przemysłowej. Ułatwienie zdobywania takich kompetencji już na etapie kształcenia mogłoby otworzyć przemysł na grupę specjalistów, których dziś szczególnie potrzebuje. Pomogą też same technologie. Nowoczesne narzędzia inżynierskie, cyfrowe bliźniaki czy systemy agentowe AI wspierające inżyniering i produkcję nie zastąpią ludzi, ale pozwolą zrobić więcej w tym samym zespole. ■



źródło: FAULHABER

Wydajniejszy ruch egzoszkieletu dzięki inteligentnemu napędowi

Firma SUITX opracowała inteligentny egzoszkielec: IX BACK VOLTON, który łączy zaawansowaną robotykę, inteligentną adaptacyjną i przemysłowe technologie akumulatorowe. Egzoszkielec w szczególności pokazuje swój potencjał przy powtarzalnych ruchach, oferując intuicyjność i wysoką wydajność.

Dzięki smukłej linii oraz ergonomicznej i optymalnie zrównoważonej konstrukcji system dyskretnie dopasowuje się do użytkownika i oferuje mu niezbędne wsparcie. Przy łącznej masie wynoszącej 5,7 kg (z uwzględnieniem akumulatora) egzoszkielec

IX BACK VOLTON odciąża kręgosłup o 17 kg przy każdej operacji podnoszenia.

Sercem systemu jest inteligentna technologia napędowa, która dynamicznie i w czasie rzeczywistym dopasowuje wsparcie. Egzoszkielec zawsze dostarcza siłę wymaganą w konkretnej sytuacji – i ani mniej, ani więcej. Dzięki temu użytkownik odczuwa ulgę zamiast skrępowania ruchów, nawet przy wykonywaniu bardzo dynamicznych zadań.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Nowości w serii BSCL

Bosch Rexroth udoskonalił prowadnice szynowe kulkowe BSCL przeznaczone do segmentu średniej wydajności. Portfolio obejmuje teraz wieloczęściowe prowadnice o długości do 50 m, prostą opcję mocowania od spodu oraz ręczne elementy zaciskowe jako wyposażenie dodatkowe.



źródło: Bosch Rexroth

Nowe rozwiązania Bosch Rexroth sprawdzają się zarówno w prostych, jak i bardziej wymagających aplikacjach w automatyce przemysłowej, przemyśle drzewnym, elektronicznym, produkcji baterii, poligrafii oraz jako osie posuwu.

W ramach rozszerzenia oferty możliwe jest obecnie łączenie nawet 15 pojedynczych odcinków szyn w jedną szynę prowadzącą o długości do 50 m. Wieloczęściowe prowadnice umożliwiają ekonomiczną realizację szyn prowadzących o niestandardowych długościach, na przykład w konstrukcjach drewnianych lub w przemyśle poligraficznym.

Prowadnice szynowe kulkowe BSCL można wybrać, skonfigurować i zamówić online w ciągu kilku minut za pomocą narzędzia Linear Motion Technology Selector. Narzędzie udostępnia również wszystkie istotne informacje o produkcie, w tym modele CAD.

więcej: boschrexroth.cokm.pl/pl/

Precyzyjny i kompaktowy silnik krokowy

Dostępny w ofercie niemieckiej firmy item, zintegrowany silnik krokowy ST NEMA24 dostarcza wysoki moment obrotowy przy niskiej prędkości obrotowej. Zdaniem producenta idealnie sprawdza się w zastosowaniach



źródło: item

wymagających precyzyjnych i powtarzalnych ruchów. W przeciwieństwie do szybkoobrotowego serwomotoru synchronicznego zastosowanie dodatkowej przekładni zazwyczaj nie jest konieczne.

Program item MotionDesigner® umożliwia precyzyjny dobór silnika odpowiednio do konkretnego zastosowania. To wydajne oprogramowanie online uwzględnia wszystkie indywidualne parametry i przygotowuje dopasowane rozwiązanie techniczne.

Konfiguracja parametrów i uruchomienie odbywają się w intuicyjny sposób za pomocą oprogramowania „item MotionSoftStepper”. W kilku krokach można stworzyć kompletną sekwencję sterowania dla swojego zastosowania.

Dzięki wstępnie zdefiniowanym trybom pracy można korzystać z łatwo dostosowywalnych modułów, które służą jako podstawa projektu. Cyfrowe wejścia i wyjścia umożliwiają reakcję na wyłączniki krańcowe, inne czujniki i przyciski.

Już po kilku minutach program można wgrać do silnika, aby następnie działał autonomicznie na zintegrowanym sterowniku.

więcej: item24.com/pl-pl

Wysokowydajny falownik z myślą o wymagających zastosowaniach

Dzięki większemu zakresowi mocy (0,4–630 kW) przy napięciu 400 V oraz konstrukcji zaprojektowanej z myślą o 10-letnim okresie eksploatacji nowy falownik R1 rozszerza portfolio napędów OMRON o kolejne obszary zastosowań. Nowy model sprawdza się w wymagających zastosowaniach, w których potrzeba dużej mocy. Obsługuje zastosowania, takie jak wciągarki, układowe magazynowe, prasy, nawijarki, walcarki i obrabiarki, a także wentylatory, pompy i sprężarki.



źródło: OMRON

Obecni użytkownicy serii M1 mogą korzystać z niego bez konieczności ponownego uczenia się obsługi. Oba urządzenia mają taką samą strukturę parametrów, identyczne nazwy i funkcje zacisków oraz ten sam sposób adresowania komunikacji.

Falownik R1 ma wysoką moc i został zaprojektowany tak, aby ograniczać dwa najczęstsze źródła strat czasu w zakładach przemysłowych: nieplanowane przestoje i długotrwałe uruchamianie. Funkcje konserwacji predykcji, obejmujące ostrzeżenia o zużyciu modułów IGBT, alarmy dotyczące przepływu powietrza chłodzącego oraz pełne dane diagnostyczne typu traceback, pozwalają wykrywać potencjalne problemy, zanim doprowadzą one do zatrzymania linii produkcyjnej.

więcej: omron.pl

Oferta silników do szerokiego zakresu zastosowań przemysłowych

Silniki elektryczne oferowane przez NORD Drivesystems są obecnie dostarczane w wersjach standardowych i specjalnych użytkownikom z ponad 100 branż.

Portfolio obejmuje m.in. energooszczędne



źródło: NORD Drivesystems

silniki przeznaczone do pracy ciągłej w intralogistyce, a także gładkie silniki z powłoką NXD tpuH, przeznaczone do obszarów poddawanych częstemu myciu w przemyśle spożywczym. Oferta obejmuje również wersje z ochroną przeciwybuchową zgodne z wymaganiami ATEX, IECEx i HazLoc, przeznaczone do systemów przenośnikowych pracujących w atmosferach zapylonych lub zagrożonych obecnością gazów.

Gama silników o klasach sprawności IE3–IE5 jest jednym z najpopularniejszych rozwiązań opracowanych przez NORD. Spełnia ona wszystkie wymagania dotyczące efektywności energetycznej obowiązujące na międzynarodowych rynkach docelowych. Dzięki synchronicznemu silnikowi z magnesami trwałymi IE5+ firma NORD osiąga sprawność nawet wyższą niż określona dla najwyższej zdefiniowanej klasy IE. Klientom, którzy chcą zwiększyć klasę sprawności, producent ułatwia przeprowadzenie takiej zmiany: identyczne wymiary silników pozwalają na modernizację bez konieczności wprowadzania zasadniczych zmian mechanicznych.

więcej: nord.com/pl/home-pl.jsp

Napędy

Zdecentralizowana technika napędowa – kiedy ma sens?

Falownik przykręcony do silnika dawno przestał być targową ciekawostką. Przedsiębiorcy coraz rzadziej pytają, czy da się zbudować napęd rozproszony, a coraz częściej – czy w konkretnym projekcie się to opłaca. Odpowiedź rzadko jest jednoznaczna, bo na decyzję wpływają jednocześnie układ instalacji, moc silników, warunki środowiskowe i wymagania dotyczące synchronizacji ruchu.

Karol Bielecki



źródło: NORD Drivesystems

W klasycznym układzie cała elektronika napędu trafia do szafy sterowniczej. Przemienniki częstotliwości, filtry, dławiki, zasilacze i aparatura zabezpieczająca znajdują się w jednym miejscu, a do każdego silnika biegnie osobny przewód zasilający, nierzadko kilkudziesięciometrowy. Taka architektura jest przejrzysta, ale wraz z rozbudową linii rośnie także szafa – a każdy jej metr kosztuje, zajmuje powierzchnię hali i wymaga chłodzenia.

Podejście zdecentralizowane odwraca tę logikę: przemiennik trafia tam, gdzie pracuje silnik. Może zostać zamocowany na przykład na korpusie przekładni albo na konstrukcji maszyny tuż obok napędu. Do poszczególnych urządzeń doprowadza się wówczas wspólną magistralę zasilającą i sieć komunikacyjną zamiast wiązki indywidualnych kabli.

W praktyce przenosi się w ten sposób nie tylko przekształcanie energii, lecz także część logiki sterowania. Wiele współczesnych napędów rozproszonych ma wbudowane wejścia i wyjścia, do których bezpośrednio podłącza się czujniki czy wyłączniki krańcowe, a niektóre oferują proste funkcje sterownika. Lokalne zadania – na przykład zatrzymanie przenośnika po sygnale z fotokomórki – są wtedy realizowane bez udziału centralnego programowalnego sterownika logicznego (PLC).

Co realnie można zyskać?

Najprostsza do policzenia jest oszczędność na przewodach. Cena kabla silnikowego rośnie z jego długością i przekrojem, a przy długich trasach dochodzą ekranowanie, filtry du/dt lub sinusoidalne i dławiki ograniczające skutki stromych zboczy napięcia. Krótkie połączenie

Karol Bielecki
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

falownik-silnik eliminuje większość tych pozycji, a przy okazji zmniejsza straty w przewodach i emisję zakłóceń.

Drugie źródło oszczędności to szafa. Każdy przemienник wyniesiony na zewnątrz to mniej zajętego miejsca na płycie montażowej i mniej ciepła do odprowadzenia, więc w dużych instalacjach można ograniczyć, a nawet niekiedy pominąć klimatyzację szaf. Zdarza się, że szafy lokalne przestają być potrzebne, a w szafie głównej zostają tylko sterownik i aparatura zasilająca.

Bardziej strategiczny jest argument modułowości. Gdy każdy segment maszyny ma własny napęd z elektroniką, architektura elektryczna pokrywa się z mechaniczną. Moduł można zmontować, sparаметryzować i przetestować u producenta, a u klienta tylko podłączyć do magistrali. Dobudowanie kolejnego przenośnika nie wymaga przeróbek w szafie ani nowych tras kablowych. Jest to istotne zwłaszcza tam, gdzie dominują krótkie serie, a układ linii zmienia się co kilka miesięcy.

Krótsze bywa również uruchomienie. Gotowe moduły z wgranymi wcześniej parametrami skracają prace na obiekcie, a mniejsza liczba połączeń wykonywanych ręcznie to mniej pomyłek przy montażu. Producenci coraz częściej oferują systemy złączy wtykowych, dzięki którym napęd podłącza się w kilka minut, bez otwierania obudowy.

Korzyści widać także w eksploatacji. Napędy przesyłające dane diagnostyczne przez sieć ułatwiają lokalizację usterki, a wymiana uszkodzonego zespołu sprowadza się często do rozłączenia wtyków i wgrania zapisanych parametrów.

Rachunek ma też drugą stronę

Decentralizacja nie jest jednak darmowa. Napęd montowany bezpośrednio przy maszynie kosztuje więcej niż porównywalny przemiennik szafowy, bo potrzebuje szczelnej obudowy, wydajniejszego chłodzenia i odporności na drgania. Jeżeli silników jest niewiele i stoją blisko szafy, oszczędność na kablach może nie pokryć tej różnicy.

Wymagające bywa samo otoczenie. Elektronika przy silniku nierzadko pracuje w zapyleniu, wilgoci, przy wahanach temperatury i drganiach maszyny. Współczesne konstrukcje osiągają stopień ochrony IP65 lub IP66, a wersje dla branży spożywczej mają gładkie obudowy odporne na mycie. W bardzo wysokich temperaturach czy agresywnej atmosferze dodatkowe zabezpieczenia podnoszą jednak koszt i komplikują montaż.

Nie wolno też pomijać kosztów organizacyjnych. Kilkadziesiąt rozproszonych urządzeń to tyle samo punktów do konfiguracji, aktualizacji oprogramowania i nadzoru, a bez przemysłowej sieci i narzędzi do zarządzania parametrami łatwo o bałagan. Serwisant, który dotychczas miał wszystko w jednej szafie, musi teraz dotrzeć do napędu zamontowanego np. kilka metrów nad posadzką. Osobnej uwagi wymaga bezpieczeństwo funkcjonalne – rozwiązania takie jak bezpieczne wyłączenie momentu (STO) trzeba zrealizować w każdym napędzie z osobna i uwzględnić w okablowaniu lub sieci bezpieczeństwa.

Moc i synchronizacja wyznaczają granice

Pierwszą granicą jest moc. Ciepło wydzielane w przemienniku trzeba przy montażu na silniku oddać do otoczenia bez wsparcia klimatyzacji szafy. Dlatego decentralizacja najlepiej sprawdza się w zakresie do kilku kilowatów – często wskazuje się próg ok. 5 kW, choć nowsze konstrukcje z wydajniejszym chłodzeniem przesuwają go w górę. Powyżej tej granicy, zwłaszcza w gorącym otoczeniu, rachunek zwykle przemawia za szafą.

Drugą granicą jest sterowanie ruchem. W prostych zastosowaniach – pompy, wentylatory, niezależnie pra-

cujące przenośniki – rozproszenie nie stwarza trudności. Inaczej jest w maszynach, np. pakujących czy obróbczych, w których wiele osi musi poruszać się w ścisłej koordynacji. Tam decyzję warto rozłożyć na dwie osobne kwestie: gdzie umieścić niezbędną elektronikę mocy, a gdzie sterowanie ruchem. Nie muszą to być te same miejsca.

Każda wymiana danych między urządzeniami wnosi opóźnienie, także w szybkich sieciach czasu rzeczywistego. Im więcej osi trzeba zsynchronizować, tym bardziej opłaca się obliczać trajektorie centralnie, na jednym wydajnym sterowniku ruchu, a napędem zostawić ich wykonanie. Układ hybrydowy – centralne sterowanie ruchem przy rozproszonej konwersji mocy – łączy oszczędności na okablowaniu i chłodzeniu z przewidywalnym czasem reakcji. Przy projektowaniu trzeba jednak sprawdzić przepustowość sieci i czas cyklu komunikacji przy pełnej liczbie osi.

Gdzie układ zdecentralizowany ma największy sens

Najmocniejsze argumenty za decentralizacją dają rozległe instalacje, w których wiele napędów małej mocy rozmieszczono na dużym obszarze. Klasycznym przykładem jest intralogistyka: systemy przenośników w centrach dystrybucyjnych, systemy sortujące, magazyny automatyczne czy linie bagażowe na lotniskach. Decentralizacja dobrze sprawdza się też w maszynach składanych z powtarzalnych segmentów i w obiektach rozproszonych z natury, takich jak oczyszczalnie ścieków lub farmy fotowoltaiczne.

Osobną kategorią są modernizacje. W działającym zakładzie, w którym szafy są już wypełnione, a dobudowa nowej oznaczałaby przeróbkę rozdzielni, napęd zdecentralizowany bywa najprostszym sposobem na dodanie kilku układów z regulacją prędkości. Dotyczy to zwłaszcza pomp i wentylatorów pracujących dotąd ze stałą prędkością – tam falownik szybko zwraca się dzięki niższemu rachunkom za energię.

Układ scentralizowany pozostaje zasadny, gdy napędy stoją blisko siebie i blisko szafy, gdy przeważają moce rzędu kilkunastu kilowatów i więcej albo gdy warunki przy maszynach są dla elektroniki zbyt surowe. Jedna szafa ułatwia też kontrolę dostępu i nadzór nad procesem, co cenią m.in. zakłady chemiczne i farmaceutyczne. Trzeba jednak pamiętać, że awaria wspólnej infrastruktury może w takim układzie unieruchomić wiele napędów jednocześnie.

Najpierw analiza, potem wybór

Decyzja o architekturze napędów nie powinien wynikać z mody na Przemysł 4.0 ani z przyzwyczajenia zespołu projektowego. Rzetelne porównanie obejmuje cenę sprzętu, okablowania, szaf i chłodzenia, czas montażu i uruchomienia, a także koszty eksploatacji w całym cyklu życia maszyny – od zużycia energii po przestoje związane z serwisem. Warto przy tym zestawiać kompletne warianty instalacji, a nie same ceny katalogowe falowników.

Do tego dochodzą pytania o przyszłość: czy linia będzie rozbudowywana, jak często będzie się zmieniał jej układ, jakiej synchronizacji będą wymagać nowe produkty i kto będzie utrzymywał instalację. Maszyna pracująca dziś w jednej konfiguracji za kilka lat może zostać przebudowana – i wtedy okaże się, która architektura była tańsza.

Coraz częściej najlepszą odpowiedzią okazują się rozwiązania mieszane: napędy dużej mocy i osie wymagające precyzyjnej koordynacji pozostają w szafie, a liczne napędy pomocnicze pracują z elektroniką przy silnikach. Decentralizacja ma więc sens wtedy, gdy rozwiązuje konkretny problem instalacji – nadmiar kabli, brak miejsca na szafy, potrzebę częstych zmian – a nie wtedy, gdy staje się celem samym w sobie. ■

Zużycie energii

Odzysk energii hamowania i wspólna szyna DC. Jak ograniczyć zużycie energii w napędach?

Energia oddawana przez silniki podczas hamowania może zasilać inne napędy, wracać do sieci albo być magazynowana do wykorzystania w kolejnym cyklu. Wspólna szyna DC ułatwia jej przepływ, ale sama nie gwarantuje oszczędności. Ich wielkość zależy od przebiegów obciążenia, sposobu zagospodarowania nadwyżek i strat całego układu.

Bogdan Kruk

W maszynach o dynamicznym cyklu pracy silniki nie tylko pobierają energię, ale także okresowo ją oddają. Dzieje się tak podczas hamowania, opuszczania ładunków i utrzymywania naprężenia rozwijanej wstęgi materiału. W klasycznym rozwiązaniu rezystor hamowania zamienia tę energię w ciepło, które trzeba odprowadzić do otoczenia. Odzysk tej energii wymaga odpowiedniego układu zasilania i sterowania. Można połączyć obwody pośrednie przemienników wspólną szyną prądu stałego (DC), zastosować zwrot energii do sieci prądu przemiennego (AC) albo dołączyć magazyn energii. Wybór powinien wynikać z pomiarów rzeczywistego procesu, a nie wyłącznie z mocy znamionowej silników.

Praca generatorowa – kiedy silnik oddaje energię

Podczas pracy generatorowej silnik przetwarza energię mechaniczną napędzanego układu na energię elektryczną. Nie musi przy tym zwalniać – tak dzieje się np. przy opuszczaniu ciężaru ze stałą prędkością. Moment elektromagnetyczny i prędkość kątowa mają wtedy przeciwne zwroty, więc ich iloczyn, czyli moc mechaniczna, ma znak przeciwny niż przy pracy silnikowej.

W typowym przemienniku częstotliwości energia płynie z silnika przez część falownikową do obwodu pośredniego DC. Prostownik diodowy na wejściu uniemożliwia jej zwrot do sieci. Jeżeli nic jej nie odbiera, ładuje ona kondensatory, a napięcie w obwodzie rośnie. Przekroczenie progu zabezpieczenia nadnapięciowego może spowodować



źródło: Adobe Stock – xiaoliangge

▲ Podczas opuszczania ładunku lub hamowania układnicy magazynowej napędy mogą oddawać energię. Odpowiedni układ zasilania umożliwia jej ponowne wykorzystanie lub zwrot do sieci.

wyłączenie przemiennika. Czoper hamowania, czyli elektromechaniczny łącznik, impulsowo załącza rezystor, gdy napięcie obwodu DC przekroczy ustaloną wartość, niższą od progu zabezpieczenia. Układ ogranicza w ten sposób napięcie, lecz energia zostaje rozproszona w postaci ciepła. Hamowanie elektryczne nie jest więc automatycznie równoznaczne z odzyskiem energii.

Wspólna szyna DC – wymiana energii między napędami

W układzie wielonapędowym kilka falowników jest zasilanych ze wspólnego obwodu DC. Moduł zasilający prostuje napięcie sieciowe, a falowniki wytwarzają napięcia



Bogdan Kruk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

o częstotliwościach wymaganych przez silniki. Energia oddawana przez jeden napęd może za pośrednictwem szyny zasilac inny, bez zwrotu do sieci AC i ponownego prostowania. Mimo wspólnego obwodu pośredniego każdy silnik ma własny falownik i jest sterowany niezależnie.

Bezpośrednie wykorzystanie tej energii jest możliwe, gdy fazy hamowania jednych napędów i poboru mocy przez inne nakładają się w czasie. Przykładem jest wirówka dekantacyjna z bębniem i ślimakiem. Gdy napęd ślimaka pracuje generatorowo, oddawana przez niego energia może zasilac główny napęd bębna. Podczas zatrzymywania bębna bilans się zmienia: energia kinetyczna wirującego zespołu jest oddawana do szyny DC. Układ musi więc zapewniać także odbiór ewentualnej nadwyżki przy hamowaniu.

Jeżeli hamujący napęd oddaje do szyny 12 kW, a pozostałe pobierają z niej 20 kW, brakujące 8 kW dostarcza moduł zasilający. Gdy pobór spadnie do 5 kW przy niezmienniej mocy oddawanej, powstaje nadwyżka 7 kW. Podane moce dotyczą szyny DC, z pominięciem strat modułu zasilającego.

Zwrot nadwyżki energii hamowania do sieci – AFE i jednostka zwrotu

Nadwyżkę energii na szynie DC można rozproszyć w rezystorze hamowania, zmagazynować albo oddać do sieci AC. Ta ostatnia możliwość wymaga przekształtnika regeneracyjnego. Wymiana energii między napędami i jej zwrot do sieci są odrębnymi funkcjami, które można połączyć w jednym układzie.

Przekształtnikiem regeneracyjnym może być osobna jednostka zwrotu energii, dołączona do szyny DC równolegle z napędami, lub dwukierunkowy moduł zasilający, np. aktywny prostownik (*Active Front End* – AFE). Jednostkę zwrotu dobiera się do nadwyżki mocy na szynie DC, czasu jej trwania i dopuszczalnych przeciążeń. AFE zasila natomiast cały wspólny obwód, dlatego jego dobór musi uwzględniać obciążenie w obu kierunkach przepływu mocy, jednoczesność pracy napędów i straty układu.

AFE z odpowiednim filtrem sieciowym może pobierać prąd zbliżony do sinusoidalnego i ograniczać zawartość wyższych harmonicznych. Sama jednostka zwrotu w układzie z prostownikiem diodowym nie eliminuje harmonicznych wytwarzanych przez ten prostownik. Nie wszystkie przekształtniki regeneracyjne aktywnie regulują napięcie obwodu DC. Zwrot energii wymaga synchronizacji z napięciem sieci, a dławiki i filtry zapewniające kompatybilność elektromagnetyczną (EMC) należy dobrać zgodnie z dokumentacją producenta.

Zwrot energii do sieci stosuje się również w pojedynczym napędzie, np. często hamującej wirówki lub mechanizmu podnoszenia. Oddana energia może zasilać inne odbiorniki w zakładzie.

Magazyn energii hamowania w obwodzie DC

Gdy wszystkie napędy hamują jednocześnie, na szynie DC brakuje odbiorcy oddawanej energii. Magazyn pozwala przesunąć jej wykorzystanie na kolejny etap cyklu. Stosuje się m.in. dodatkowe moduły kondensatorowe dołączane do szyny DC. Inne magazyny mogą wymagać przekształtnika DC/DC, który dopasowuje napięcia i steruje ładowaniem oraz rozładowaniem.

Możliwość magazynowania energii w kondensatorach obwodu pośredniego jest ograniczona ich pojemnością i dopuszczalnym wzrostem napięcia. Energię, jaką mogą przyjąć, opisuje wzór: $\Delta E = C(U_{\max}^2 - U_{\min}^2)/2$, gdzie C oznacza pojemność, a $U_{\min}$ i $U_{\max}$ – początkowe i maksymalne dopuszczalne napięcie. Dla pojemności 10 mF i wzrostu napięcia z 600 do 700 V kondensatory przyjmą 650 J. Przy

stałej nadwyżce mocy 10 kW odpowiada to czasowi ładowania 65 ms. Uproszczony przykład pokazuje, że samo połączenie kondensatorów kolejnych napędów nie gwarantuje przejęcia całej energii hamowania.

Przy doborze magazynu trzeba określić energię do przejęcia w jednym cyklu oraz maksymalną moc ładowania i rozładowania. Istotny jest również stan naładowania przed rozpoczęciem cyklu: pełny magazyn nie przyjmie kolejnej nadwyżki. Sterowanie powinno zapewniać rezerwę na przyjęcie energii hamowania, a układ – możliwość jej zagospodarowania, gdy magazyn jest niedostępny. Ograniczenie szczytowego poboru mocy z sieci stanowi osobną korzyść i nie oznacza zmniejszenia zużycia energii wyrażonego w kWh.

Pomiar cyklu pracy – podstawa doboru układu odzysku

Przed wyborem urządzeń należy zarejestrować przebiegi mocy podczas przyspieszania, pracy ustalonej i hamowania. Trzeba przy tym uwzględnić sytuacje skrajne, np. jednoczesne zatrzymanie wszystkich napędów. Pomiar na zasilaniu pokazuje bilans wymiany energii z siecią, a dane napędów i obwodu DC – przepływy wewnętrzne. Rozdzielczość czasowa rejestracji musi pozwalać uchwycić krótkie impulsy hamowania, które mogą być niewidoczne w danych uśrednionych w długich przedziałach czasu.

Na tej podstawie porównuje się wymianę energii między napędami, zwrot do sieci i magazynowanie, uwzględniając straty poszczególnych rozwiązań. Przykładowo 0,02 kWh użytecznej energii odzyskanej na cykl przy 300 tys. cyklów rocznie daje 6000 kWh. Zestawienie wartości zaoszczędzonej energii z kosztem zakupu, montażu i utrzymania urządzeń pozwala oszacować okres zwrotu inwestycji. Rzadkie hamowanie może przemawiać za pozostawieniem rezystora, a częsta lub długotrwała praca generatorowa – za analizą opłacalności odzysku.

Wspólna szyna DC – zgodność urządzeń i zabezpieczenia

Możliwość połączenia napędów wspólną szyną DC musi potwierdzać dokumentacja producenta. Urządzenia powinny mieć zaciski przeznaczone do współpracy ze wspólną szyną DC i zgodne zakresy napięcia. Trzeba sprawdzić dopuszczoną konfigurację zasilania, obciążalność zacisków i przewodów oraz sposób wstępnego ładowania kondensatorów, bo każdy dołączony moduł zwiększa pojemność ładowaną przy załączeniu zasilania.

Długość i sposób prowadzenia połączeń również określa producent. Zabezpieczenia gałęzi dobiera się zgodnie z jego wytycznymi, uwzględniając napięcie i spodziewane prądy zwarciowe obwodu DC. Jeżeli przemienniki zachowują osobne zasilanie AC, mogą być wymagane dławiki sieciowe wyrównujące podział prądu między prostownikami. Koordynacja zabezpieczeń powinna umożliwiać odłączenie uszkodzonej gałęzi i ograniczać skutki dopływu energii z pozostałych części układu.

Osobnej analizy wymaga hamowanie po zaniku napięcia sieci, gdy przekształtnik regeneracyjny nie może oddawać do niej energii. Jeżeli potrzebne jest kontrolowane zatrzymanie, układ musi zapewniać inną drogę przejęcia energii hamowania, np. przez czoper z rezystorem lub odpowiednio dobrany magazyn. Do końca zatrzymywania trzeba też podtrzymywać zasilanie sterowania.

Uzyskaną oszczędność należy potwierdzić pomiarem zużycia energii na porównywalny cykl lub jednostkę produkcji. Wspólna szyna DC umożliwia przepływ energii, lecz korzyść zależy od tego, czy da się ją wykorzystać we właściwym momencie. ■



źródło: BMW Group

BMW stawia na fizyczną AI

Grupa BMW rozszerza swoje kompetencje w dziedzinie fizycznej sztucznej inteligencji, a zakład BMW Group w Landshut przejmuje kluczowe zadania związane z opracowywaniem oprogramowania dla robotyki wspieranej przez sztuczną inteligencję w produkcji podzespołów. Główny nacisk firma kładzie na otwarte platformy oprogramowania, generowanie, udostępnianie i przetwarzanie danych szkoleniowych, symulację i planowanie ruchu, a także szkolenie systemów robotycznych.

Otwarte platformy umożliwiają elastyczne i skalowalne szkolenie robotów poprzez połączenie tradycyjnego (determinis-

tycznego) programowania z nowoczesnymi modelami sztucznej inteligencji (modele typu *Vision-Language-Action*), integrujące informacje wizualne, rozumienie języka oraz działania robotów. Celem jest stworzenie modułowego ekosystemu robotyki, w którym różnorodne systemy współpracują ze sobą. Stanowi to podstawę techniczną dla nowych funkcji i szerokiej gamy zastosowań przemysłowych dla robotów.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Malutki robot pozyskuje energię za pomocą „skóry” na stopach

Naukowcy z Uniwersytetu Fudan w Chinach opracowali cienką jak papier membranę, która pozwala pełzającym mikrorobotom pozyskiwać energię elektryczną bezpośrednio z podłoża poprzez przekształcenie powierzchni metalowych i krzemowych w aktywne źródło energii. W ten sposób można wyeliminować konieczność stosowania ciężkich baterii



Designed by Magnific

Malutkie mikroroboty mogłyby przedostawać się przez gruzy w poszukiwaniu ocalałych z trzęsienia ziemi lub badać najwęższe szczeliny reaktorów jądrowych, ale ich największą przeszkodą pozostaje zasilanie. Konwencjonalne baterie dostępne są po prostu mało praktyczne – robot o masie 1,7 g wyczerpie się po około dwóch minutach.

Mechanizm opiera się na warstwie żeluz polimerowego o grubości zaledwie 135 µm (mniej więcej równej średnicy ludzkiego włosa) wyhodowanej chemicznie bezpośrednio na stopach robota. Gdy stopa styka się z odpowiednią powierzchnią, zachowuje się jak bateria na powietrzu. Metalowa podłoga dostarcza elektrony, podczas gdy membrana pobiera tlen i wilgoć z otaczającego powietrza, aby zamknąć obwód. Prąd przepływa natychmiast po zetknięciu się, a przepływ zostaje przerwany w chwili, gdy kończyna zostaje uniesiona.

więcej: fudan.edu.cn/en/

MOTOMAN-HC12 bezpieczniejszy i wydajniejszy

Firma Yaskawa wprowadziła na rynek robota współpracującego MOTOMAN-HC12 o udźwigu 12 kg i zasięgu 1410 mm. Nowy model zastępuje popularny MOTOMAN-HC10DTP i oferuje wyższy poziom bezpieczeństwa, większą wydajność, łatwiejszą obsługę oraz większą elastyczność instalacji. To odpowiedź na rosnący popyt na automatyzację wynikający z niedoboru siły roboczej.

Robot wyposażono w nowo opracowane czujniki momentu obrotowego, które poprawiają wykrywanie kolizji i skracają czas reakcji. Pozwala to na szybszą pracę w środowisku współpracy z człowiekiem przy jednoczesnym ograniczeniu siły uderzenia w razie kontaktu z pracownikiem. Płynna i intuicyjna funkcja ręcznego prowadzenia ułatwia programowanie i obsługę.

Smukła, kompaktowa konstrukcja ramienia i mniejsza masa manipulatora ograniczają ryzyko kolizji z otaczającym sprzętem i umożliwiają pracę w ciasnych przestrzeniach. Średnica podstawy robota zmniejszyła się z 275 mm do 170 mm, co ułatwia instalację na stanowiskach o ograniczonej powierzchni. Według producenta MOTOMAN-HC12 przyczynia się do poprawy wydajności i obniżenia kosztów produkcji.



źródło: Yaskawa

więcej: yaskawa-global.com

Większa produktywność przy mniejszych nakładach na konserwację

Firma FANUC zaprezentowała nową generację robotów przemysłowych serii R-2000, zaprojektowaną z myślą o zwiększaniu efektywności produkcji, ograniczaniu nakładów na utrzymanie ruchu i obniżeniu całkowitego kosztu posiadania.



źródło: FANUC

Nowa, całkowicie przeprojektowana generacja robotów oferuje nawet o 20% wyższą prędkość pracy oraz o 10% krótsze czasy cyklu w porównaniu z poprzednimi modelami. Jednocześnie zwiększona sztywność konstrukcji i wyższa dokładność wpływają na lepszą stabilność procesów i utrzymanie wysokiej jakości produkcji w wymagających warunkach przemysłowych.

Jedną z kluczowych innowacji serii R-2000/E są bezbaterijne enkodery, które eliminują konieczność rutynowej wymiany baterii, co pomaga ograniczyć przestoje. Nowa seria oferuje również znacznie większe możliwości manipulacyjne. Dzięki nawet 85% większemu udźwigowi nadgarstka oraz zwiększonym momentom bezwładności roboty mogą obsługiwać większe i bardziej złożone komponenty, a także bardziej zaawansowane narzędzia montowane na ramieniu robota.

W porównaniu z poprzednią generacją seria R-2000/E pozwala ograniczyć zużycie energii nawet o 15% i zmniejszyć poziom hałasu o 25%, co wspiera tworzenie bardziej komfortowych środowisk pracy.

więcej: fanuc.eu

7. oś poszerzająca możliwości cobota

Moduł transferowy Thomson Movotrak CTU wykorzystano jako 7. oś cobota w otwartym systemie demonstracyjnym. Rozwiązanie poszerza obszar pracy robota współpracującego i upraszcza integrację stanowiska z różnymi narzędziami, źródłami zasilania i aplikacjami przemysłowymi.



źródło: BIBUS MENOS

Możliwości cobotów ogranicza zasięg ramienia, co często wymusza budowę kilku osobnych stanowisk lub dodatkowe pozycjonowanie detali. Movotrak CTU pozwala przesuwając robota wzdłuż stanowiska, zamiast wiązać go z jednym punktem montażu. W skład systemu wchodzi m.in. dwie jednostki liniowe, napęd, przekładnia precyzyjna, płyta montażowa robota, elementy Freedrive, wyłączniki krańcowe, prowadzenie przewodów, szafa sterująca oraz oprogramowanie z detekcją kolizji dla 7. osi. Integrator otrzymuje więc gotową platformę, a nie samą prowadnicę liniową.

Do kluczowych zalet należą: większy zakres pracy bez dokładania kolejnych robotów, obsługa dłuższych stanowisk, większych detali lub kilku stref procesu, łatwiejsze programowanie ruchu liniowego oraz sztywność konstrukcji także przy wysuniętym ramieniu cobota.

więcej: bibusmenos.pl

Roboty mobilne

Bosch Rexroth ROKIT – nowa era modułowej robotyki mobilnej

W obliczu zmian, jakie Przemysł 4.0 wprowadza do logistyki i produkcji, Bosch Rexroth prezentuje ROKIT – wszechstronny zestaw programowo-sprzętowy, który zmienia sposób projektowania, budowy i wdrażania autonomicznych robotów mobilnych (AMR) oraz pojazdów AGV.

Zestaw robotyki ROKIT od Bosch Rexroth otwiera nowe możliwości w dziedzinie robotyki mobilnej i usługowej



Współczesne fabryki i centra dystrybucyjne potrzebują elastycznych rozwiązań, które optymalizują przepływy materiałowe i zapewniają bezpieczeństwo. Odpowiedzią na te wyzwania są autonomiczne roboty mobilne, których projektowanie wymaga jednak specjalistycznej wiedzy z wielu dziedzin. Bosch Rexroth upraszcza ten proces, oferując sprawdzony ekosystem ROKIT.

Filozofia ROKIT: modułowość, wydajność i otwartość

Bosch Rexroth oferuje producentom maszyn i integratorom gotowe rozwiązania w zakresie nawigacji i sterowania robotami. – Dzięki naszej platformie, partnerzy mogą skupić się na tym, co stanowi ich unikalną przewagę konkurencyjną – czytamy w materiałach firmy. – Pozwalamy im skoncentrować się na funkcjach, które odróżniają ich od innych, podczas gdy my zajmujemy się złożonością autonomii robota. To oszczędność czasu, zasobów i gwarancja niezawodności oparta na sprawdzonych algorytmach i komponentach klasy przemysłowej.

Ekosystem ROKIT opiera się na trzech filarach: elastyczności, która pozwala dobrać komponenty do konkretnych potrzeb; łatwości obsługi, która minimalizuje wysiłek wdrożeniowy; oraz wydajności i solidności, które gwarantują niezawodność w wymagających warunkach przemysłowych.



◀ ROKIT Locator – lokalizacja w czasie rzeczywistym dla robotów mobilnych i ręcznych wózków widłowych

1. ROKIT Locator: Oczy i orientacja robota

Sercem każdej autonomicznej jednostki jest zdolność do precyzyjnego określania swojego położenia. **ROKIT Locator** to zaawansowane oprogramowanie oparte na koncepcji SLAM (Simultaneous Localization and Mapping). Wykorzystując dane z czujników lidarowych, system w czasie rzeczywistym tworzy mapę otoczenia i jednocześnie lokalizuje na niej robota. Co kluczowe, technologia ta opiera się na naturalnych konturach otoczenia (ściany, słupy, maszyny), eliminując potrzebę instalacji kosztownych i niepraktycznych taśm magnetycznych czy reflektorów.

Najważniejsze cechy ROKIT Locator:

- **Niezawodność:** system działa stabilnie nawet w dynamicznie zmieniających się środowiskach.
- **Automatyczna aktualizacja map:** zmiany w otoczeniu są automatycznie wykrywane i dystrybuowane do całej floty.
- **Otwartość:** oprogramowanie wspiera szeroką gamę skanerów lidarowych i komputerów przemysłowych.



◀ ROKIT Navigator – oprogramowanie nawigacyjne dla AGV/AMR

2. ROKIT Navigator: Inteligentny kierowca

Gdy robot wie, gdzie się znajduje, musi podjąć decyzję, jak dotrzeć do celu. Za to właśnie odpowiada **ROKIT Navigator**. To oprogramowanie nawigacyjne, które po otrzymaniu zlecenia od systemu zarządzania flotą (FMS) planuje optymalną trasę dla robota i przesyła komendy do systemu realizacji ruchu w zakresie sterowania silnikami wg zadanej kinematyki. Wyróżnia się

KONTAKT

mgr inż. Adam
Piszczałowski
tel.: 22 738 19 66
adam.piszczałowski@
boschrexroth.pl
www.boschrexroth.pl

naturalnym zachowaniem podczas jazdy, dynamicznym omijaniem przeszkód oraz zdolnością do pracy w ciasnych i złożonych przestrzeniach.

Najważniejsze cechy ROKIT Navigator:

- **Zgodność z VDA 5050:** oparty na interfejsie VDA 5050 zapewnia bezproblemową komunikację z nadrzędnymi systemami zarządzania flotą.
- **Wysoka precyzja:** umożliwia szybkie i dokładne dokowanie do stacji z precyzją ok. 1 cm.
- **Elastyczność:** obsługuje popularne kinematyki pojazdów, takie jak napęd różnicowy, holonomiczny (omnidirectional) czy układ Ackermanna.
- **Bezpieczeństwo:** Uwzględnia kontury pojazdu i przenosi ładunku.

Najważniejsze cechy ROKIT Motor:

- **Bezpieczeństwo funkcjonalne:** napęd jest certyfikowany do poziomu **PLd/SIL2** zgodnie z normą ISO 13849. Komunikacja odbywa się poprzez protokół FSoE (Fail-Safe over EtherCAT).
- **Integracja „All-in-One”:** znacznie redukuje ilość okablowania, upraszcza projekt mechaniczny i skraca czas montażu.
- **Wydaźność:** zapewnia wysoki moment obrotowy (do 70 Nm) i moc (do 1000 W), pozwalając na budowę pojazdów o ładowności do 500 kg na jeden napęd.

aXessor – intuicyjne centrum dowodzenia

Ekosystem ROKIT uzupełnia **aXessor** – przeglądarkowy interfejs graficzny umożliwiający centralne zarządzanie modułami, ich konfigurację, diagnostykę i monitorowanie. Pozwala także śledzić pozycje robotów na mapie w czasie rzeczywistym i zarządzać ich parametrami bez specjalistycznej wiedzy programistycznej.

Kontenery Docker i platforma ctrlX AUTOMATION

Bosch Rexroth oferuje oprogramowanie ROKIT w kontenerach Docker, zapewniając elastyczność i przenośność. Rozwiązanie jest zintegrowane z platformą **ctrlX AUTOMATION** – działa na sterowniku **ctrlX CORE** i komunikuje się z **ctrlX SAFETY** oraz innymi komponentami za pośrednictwem wspólnej warstwy danych (ctrlX Data Layer).

Wprowadzenie ROKIT na rynek to jasny sygnał, że budowa zaawansowanych robotów mobilnych staje się bardziej dostępna niż kiedykolwiek. Bosch Rexroth nie tylko dostarcza technologię, ale oferuje swoim partnerom strategiczną przewagę, pozwalając im szybciej i efektywniej odpowiadać na potrzeby dynamicznego rynku intralogistyki. ■

Źródło zdjęć: Bosch Rexroth



◀ ROKIT Motor – Jednostka napędu kołowego z certyfikatem bezpieczeństwa dla pojazdów AGV/AMR

3. ROKIT Motor: Bezpieczeństwo i moc w jednym

Autonomia wymaga nie tylko inteligencji, ale i niezawodnego, bezpiecznego napędu. **ROKIT Motor** to certyfikowana, wysoko zintegrowana jednostka napędowa typu „plug-and-drive”. W jednej, kompaktowej obudowie mieści się koło z wytrzymałą oponą Besthane®, przekładnia planetarna, silnik bezszczotkowy, precyzyjny enkoder oraz zaawansowany kontroler ruchu.



Systemy transportowe Bosch Rexroth to szeroki wybór rozwiązań oraz rozległy wachlarz zastosowań – od małych partii po duże wolumeny i w pełni zautomatyzowane linie z krótkimi czasami cyklu. Obsługują zarówno lekkie ładunki, jak i produkty przekraczające 1000 kg. Dzięki wysokiej elastyczności łatwo je dostosować do każdej aplikacji. **Skontaktuj się z nami, aby skonfigurować system dopasowany do Twoich potrzeb.**



Dowiedz się więcej
- zeskanuj kod QR!

www.boschrexroth.pl
info@boschrexroth.pl

rexroth
A Bosch Company

Roboty mobilne

VDA 5050, czyli jak efektywnie zarządzać flotą pojazdów AGV i AMR

Dopóki w zakładzie jeździ kilka pojazdów jednego producenta, zarządzanie nimi nie sprawia większych kłopotów. Problem pojawia się wtedy, gdy flota rośnie, a obok wózków autonomicznych jednej marki zaczynają pracować roboty mobilne innej. Każdy producent ma własny system nadrzędny i własny język komunikacji, więc albo integrator musi tworzyć kolejne połączenia, albo zakład zostaje uzależniony od jednego dostawcy. Odpowiedzią na ten problem jest standard komunikacyjny VDA 5050, który coraz częściej pojawia się w katalogach producentów AGV i AMR oraz w zapytaniach ofertowych.

Jakub Kleczkowski



Źródło: Unsplash – Hyundai Motor Group



Jakub Kleczkowski
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

VDA 5050 to interfejs komunikacyjny między pojazdami automatycznie kierowanymi a nadrzędnym systemem sterowania flotą. Opracowały go wspólnie niemieckie stowarzyszenie przemysłu motoryzacyjnego VDA oraz VDMA, czyli organizacja zrzeszająca producentów maszyn i urządzeń. Powstał z myślą o intralogistyce w zakładach motoryzacyjnych, ale obejmuje dziś zarówno klasyczne

pojazdy AGV jeżdżące po wyznaczonych trasach, jak i elastyczniejsze roboty AMR.

Warstwa techniczna jest stosunkowo prosta. Dane wymieniane są za pomocą protokołu MQTT, a komunikaty mają format JSON. System nadrzędny wysyła do pojazdu zlecenie w postaci grafu złożonego z węzłów i krawędzi oraz akcje do wykonania, na przykład podjęcie lub odłożenie ładunku. Pojazd odsyła swój stan, położe-

nie, poziom naładowania akumulatorów i informacje o błędach. Standard nie określa natomiast, jak robot ma nawigować ani jak planować ruch całej floty. To kwestia producenta pojazdu i dostawcy oprogramowania nadrzędnego.

Co zyskuje firma, która stawia na standard

Pierwszą zaletą jest niezależność od jednego dostawcy. Jeśli pojazd i system nadrzędny posługują się tym samym standardem, zakład może łączyć urządzenia różnych producentów, zamiast kupować cały ekosystem od jednej firmy. Zwykle skraca to czas uruchomienia, bo integrator nie tworzy za każdym razem indywidualnego protokołu. Ułatwia też późniejszą rozbudowę floty o kolejne pojazdy.

Drugą korzyścią jest zarządzanie flotą z jednego miejsca. W porównaniu z ręcznym sterowaniem, gdy ruchem wózków kierują operatorzy, a kolejność zadań ustala dyspozytor, centralne zarządzanie flotą z jednego miejsca daje większą przewidywalność. Zlecenia trafiają do pojazdów automatycznie, ruch na wspólnych trasach jest koordynowany, a każdy przejazd zostawia ślad w danych. Dla działu utrzymania ruchu oznacza to wgląd w faktyczne wykorzystanie pojazdów oraz w to, kiedy wymagają ładowania lub przeglądu.

Wersje standardu i różnice wobec innych rozwiązań

Pierwsza wersja standardu VDA 5050 ukazała się w 2019 r. i opisywała podstawowy zestaw komunikatów: zlecenia, akcje natychmiastowe, stan pojazdu, dane do wizualizacji i informację o połączeniu. Wersja 2.0 z początku 2022 r. uporządkowała wcześniejsze zapisy i dodała tak zwany *factsheet*, czyli opis możliwości konkretnego pojazdu, który pomaga systemowi nadrzędnemu dopasować do niego zadania. Po wersji 2.0 ukazała się już edycja 2.1, a prace nad kolejnymi trwają, dlatego przed zakupem trzeba sprawdzić, którą wersję faktycznie obsługuje dany producent. Nie należy zakładać, że pojazd działający w jednej wersji bez problemu „dogada się” z systemem opartym na innej.

Od rozwiązań własnych producentów standard różni się tym, że jest otwarty i niezależny od marki. Interfejsy firmowe (zamknięte) dobrze działają w obrębie jednego ekosystemu, ale utrudniają łączenie pojazdów różnych marek w jednej flocie. VDA 5050 jest publicznie dostępną specyfikacją, a nie produktem. Nie jest przy tym jedyną inicjatywą, bo funkcjonują też inne (np. standard interoperacyjności MassRobotics), ale w Europie to VDA 5050 często traktuje się jako punkt odniesienia.

Które podejście do wdrożenia wybierają firmy najczęściej? Przy nowych inwestycjach naturalne jest kupowanie pojazdów i systemu nadrzędnego, które od początku obsługują standard. Zakłady, które mają już flotę z własnym interfejsem producenta, sięgają natomiast po adapter, czyli warstwę tłumaczącą komunikaty. Takie rozwiązanie jest wygodne, bo nie wymusza wymiany działających pojazdów.

Pytania przed wdrożeniem

Zanim zakład wpisze VDA 5050 do wymagań w zapytaniu ofertowym, powinien odpowiedzieć sobie na kilka pytań. Jakie pojazdy już pracują w hali i czy ich producenci deklarują zgodność ze standardem, a jeśli tak, to w której wersji? Czy system nadrzędny będzie kupowany od dostawcy pojazdów, czy od niezależnego producenta oprogramowania? Które czynności, na przykład podnoszenie palety czy współpraca z bramą, będą wykonywane już od pierwszego dnia?

Równie ważne jest pytanie o infrastrukturę, które dla automatyków jest oczywiste, choć w projektach bywa lekceważone. Standard zakłada stabilną łączność, zwykle przez sieć Wi-Fi, a coraz częściej także przez prywatne sieci komórkowe. Projekt pokrycia hali zasięgiem sieci, roamingu i serwera MQTT trzeba więc traktować równie poważnie jak wybór samych pojazdów. Nie wolno też zapominać o bezpieczeństwie fun-

kcyjnym. VDA 5050 opisuje wymianę danych, ale nie zastępuje oceny zgodności pojazdu z wymaganiami norm.

Widoczne korzyści

W dużych zakładach, zwłaszcza motoryzacyjnych, standard jest naturalnym wyborem, bo rośnie tam liczba pojazdów i dostawców, a koszt braku interoperacyjności szybko staje się dla siebie znaczący.

Mniejsza firma produkcyjna rzadko zaczyna od kilkudziesięciu pojazdów. Dla niej VDA 5050 jest raczej zabezpieczeniem na przyszłość. Kupując pierwsze pojazdy obsługujące standard, firma zachowuje swobodę przy kolejnej inwestycji i nie wiąże się na lata z jednym dostawcą. Rozwiązanie nie jest więc zarezerwowane dla wielkich fabryk, choć w pełni korzyści z niego widać dopiero wtedy, gdy flota zaczyna rosnąć albo przestaje być jednorodna.

Polski rynek na tle zachodnioeuropejskiego

Jak wynika z obserwacji branży, w Polsce standard jest wciąż mniej powszechny niż w Niemczech, gdzie powstał i gdzie zakłady motoryzacyjne wręcz oczekują go od dostawców. Polskie firmy, zwłaszcza współpracujące z niemieckimi koncernami, spotykają się z nim jednak coraz częściej, a zainteresowanie rośnie wraz z liczbą wdrożeń AGV i AMR.

Różnica dotyczy głównie dojrzałości rynku i świadomości zamawiających, a nie samej technologii, bo pojazdy i oprogramowanie pochodzą od tych samych międzynarodowych dostawców. Podobnie jest z kosztami: poza sprzętem liczy się przede wszystkim koszt integracji i dostępność specjalistów.

Co może stać na przeszkodzie

Najczęstszy mit brzmi: zgodność ze standardem oznacza, że pojazd i system nadrzędny zadziałają razem od razu po podłączeniu. W praktyce VDA 5050 ujednolicił sposób wymiany danych, ale nie gwarantuje pełnej interoperacyjności. Producenci mogą definiować własne akcje, a różnice w wersjach czy interpretacji zapisów wymagają testów.

Obawy firm dotyczą zwykle trzech spraw: złożoności całego projektu, braku specjalistów po stronie zakładu, a także ryzyka, że standard nie obsłuży funkcji, którymi producent wyróżnia swój pojazd. Wśród błędów popełnianych przy wdrożeniach powtarza się kupowanie wyłącznie na podstawie deklaracji zgodności, bez testów w symulacji lub na stanowisku pilotażowym. Zdarza się też, że w zapytaniu pada samo hasło VDA 5050, bez wersji i zakresu funkcji. Częstym błędem jest również niedoszacowanie kosztów integracji z infrastrukturą hali, czyli bramami, windami, stacjami ładowania czy sterownikami linii.

VDA 5050 jako krok w przyszłość

Trudno podać uniwersalny okres zwrotu z inwestycji we wdrożenie standardu VDA 5050, bo nie jest to produkt, za który się płaci. To raczej cecha architektury, która obniża koszty integracji i późniejszej rozbudowy. Firmy zwykle zauważają realne oszczędności przy drugim etapie inwestycji, gdy do floty dołączają kolejne pojazdy bez kosztownego tworzenia nowych interfejsów. Przy jednym pojeździe czy zamkniętym systemie trudno mówić o potencjalnych zyskach. Dopiero przy flocie pojazdów, która będzie rosnąć lub pochodzić od kilku dostawców, korzyści stają się wyraźne.

W najbliższych latach rozwój będzie dotyczył zarówno samego standardu, jak i związanych z nim narzędzi. Rośnie znaczenie specyfikacji uzupełniających, opisujących między innymi wymianę danych o układzie tras, a także symulacji i cyfrowych bliźniaków, które pozwalają testować flotę, zanim wjedzie ona do hali. Coraz ważniejszą rolę odgrywa też łączność, w tym prywatne sieci 5G. W perspektywie pięciu lat można się spodziewać, że zgodność z VDA 5050 stanie się podstawowym wymogiem. ■



Designed by Magnific

Niezależne usługi chmurowo-brzegowe na rzecz niezależności technologicznej Europy

Amerykańscy giganci technologiczni dominują na rynku chmury obliczeniowej, posiadając 70-procentowy udział w rynku. Stanowi to duże zagrożenie dla suwerenności technologicznej, ochrony danych i potencjału innowacyjnego europejskich przedsiębiorstw.

W ramach projektu „ApeiroRA” dwa instytuty Fraunhofera (Instytut Technologii Oprogramowania i Systemów – ISST i Instytut Bezpieczeństwa Stosowanego i Zintegrowanego – AISEC)

wspierają koncern SAP w zapewnieniu europejskiej niezależności technologicznej i gospodarczej w obszarze chmury i przetwarzania danych na brzegu sieci.

Partnerzy opracowują otwarty projekt europejskiej, niezależnej od producentów infrastruktury chmury i brzegowej, która ma gwarantować interoperacyjność między różnymi dostawcami.

więcej: elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Nowe bufory zegarowe

Microchip Technology wprowadził rodzinę SY757xx – buforów zegarowych LVC MOS o wyjściu 1,2 V, które ułatwiają łączenie najnowszych procesorów i FPGA z kompo-



źródło: Microchip

nentami o wyższym napięciu. Nowe układy odpowiadają na rosnący popyt na sterowniki zegarowe niskiego napięcia, wynikający z upowszechnienia zaawansowanych procesów FinFET w wydajnych FPGA, SoC, akceleratorach AI i procesorach nowej generacji.

Rodzina SY757xx eliminuje potrzebę stosowania tradycyjnych rozwiązań dyskretnych, oferując bardzo niski dodatkowy jitter – już od 26 femtosekund – przy szerokim zakresie napięcia zasilania i częstotliwości pracy. Układy zabezpieczają przed zniekształceniami zegara w paśmie od 0 do 250 MHz i obsługują translację napięcia w zakresie 1,2–3,3 V, w tym opcję jednoukładową łączącą komponenty 3,3 V z FPGA i SoC wymagającymi sygnału zegarowego 1,2 V.

Nowe bufory znajdują zastosowanie m.in. w systemach wizji maszynowej, akceleracji AI/ML, automatyce przemysłowej, IoT, sieciach i komunikacji oraz przetwarzaniu sygnałów.

więcej: microchip.com

Urządzenie do akwizycji danych nowej generacji

Firma Siemens wprowadziła na rynek Simcenter SCADAS ES – produkt nowej generacji do akwizycji danych. Zaprojektowano go z myślą o wsparciu inżynierów w modernizacji



źródło: Siemens

testów fizycznych i radzeniu sobie z rosnącą złożonością procesu rozwoju produktów. Oparty na tej samej modułowej technologii co Simcenter SCADAS RS, wykorzystywany do pobierania danych w trudnych warunkach zewnętrznych, nowy produkt zapewnia skalowalne, połączone rozwiązanie, które obsługuje środowiska testowe w laboratoriach, w terenie i w warunkach mobilnych.

Gdy firmy borykają się z rosnącą presją na przyspieszenie cykli rozwoju przy zachowaniu odpowiedniej jakości, tradycyjne testowanie może powodować wąskie gardła w przepływie pracy, problemy z jakością danych i utrudnienia we współpracy. Simcenter SCADAS ES odpowiada na te wyzwania dzięki modułowej architekturze, która umożliwia zdalny dostęp, obsługę przez wielu użytkowników i płynną łączność między środowiskami testowymi.

Opracowane z myślą zarówno o obecnych wymaganiach testowych, jak i długoterminowej transformacji, rozwiązanie Simcenter SCADAS ES i Simcenter SCADAS RS pomagają ograniczyć nakłady związane z konfiguracją, poprawić jakość danych oraz usprawnić współpracę między rozproszonymi zespołami inżynierów.

więcej: siemens.com/pl-pl/

Bogatsza oferta sprzętu i oprogramowania ctrlX World

Bosch Rexroth i jego partnerzy dostarczają coraz szerszy zakres rozwiązań na wszystkich poziomach automatyzacji. ctrlX World obejmujący system automatyzacji ctrlX AUTOMATION i system operacyjny ctrlX OS stale się rozwija i dodaje nowych partnerów, takich jak SEW-EURODRIVE, Emerson, Cognibotics i Schmersal.

Zmiany oznaczają, że użytkownicy mają do dyspozycji stale rosnącą gamę sprzętu, oprogramowania i aplikacji – w tym cyfrowe sterowanie napędem, rozwiązania pneumatyczne, bezpieczeństwo maszyn i intuicyjne środowiska programistyczne.

System Bosch Rexroth dostarcza wszystkie komponenty do kompletnych rozwiązań automatyzacji. Należą do nich sterowniki, I/O, IPC, HMI, rozwiązania i napędy bezpieczeństwa, a także kompleksowe funkcje ruchu, PLC i IoT. Dzięki ctrlX OS Bosch Rexroth opracował również oparty na systemie Linux, otwarty system operacyjny z własnym ekosystemem, który jest również dostępny dla zewnętrznych dostawców, w tym konkurentów.

Sieć partnerska ctrlX World stale rozszerza ten zakres dostępnych rozwiązań ze sprzętem, oprogramowaniem, a w szczególności aplikacjami.

więcej: boschrexroth.com/pl/pl/

To pierwsze takie oprogramowanie na rynku

Firma Emerson rozszerzyła swoją ofertę o Ovation Curation Tool. To pierwsze na rynku oprogramowanie do synchronizacji systemów sterowania w sektorze energetycznym i wodno-ściekowym, które

ułatwia zarządzania wersjami, a także zapewnia szczegółową historię zmian między systemami Ovation a symulatorami. Nowe narzędzie nie tylko ułatwia zarządzanie zmianami, ale zwiększa też dokładność testów i szkoleń, skraca czas pracy inżynierów i umożliwia szybsze rozwiązywanie problemów.

Jednym z głównych wyzwań związanych z cyfrowymi bliźniakami jest zapewnienie prawidłowej synchronizacji między modelem symulacyjnym a systemem produkcyjnym. Operatorzy i inżynierowie regularnie wprowadzają zmiany w celu rozwiązywania problemów, poprawy wydajności i opracowywania nowych strategii sterowania. Ovation Curation Tool automatycznie śledzi te zmiany oraz umożliwia ich szybkie i łatwe wdrażanie w innych systemach sterowania i środowiskach symulacyjnych.

Oprogramowanie Curation Tool można skonfigurować tak, aby samodzielnie uruchamiało synchronizację (np. co tydzień, co miesiąc lub na żądanie), automatycznie identyfikując i rejestrując wszelkie zmiany. Eliminuje to konieczność wykonywania pracochłonnych porównań ręcznych.

więcej: emerson.com/en/



źródło: Emerson

Cyberbezpieczeństwo

Bezpieczny z założenia. Co CRA zmienia w obowiązkach producentów?

Od 11 września 2026 r. producenci sprzętu i oprogramowania sprzedawanego w Unii Europejskiej muszą raportować aktywnie wykorzystywane luki w swoich produktach i poważne incydenty. To pierwszy odczuwalny etap stosowania aktu o cyberodporności (CRA). Pozostałe przepisy zaczną obowiązywać od grudnia 2027 r., ale przygotowania do nich warto rozpocząć już teraz.

Wojciech Traczyk

S terownik PLC z interfejsem Ethernet, panel HMI, falownik z modulem komunikacyjnym, inteligentny licznik energii czy oprogramowanie SCADA zainstalowane na serwerze w zakładzie – w nowoczesnej fabryce niemal każdy element systemu jest podłączony do sieci i każde może stać się furtką dla atakującego. Dotąd to, czy producent zadba o niezbędne poprawki, zależało w praktyce od jego dobrej woli, a skutki zaniedbań ponosili najczęściej klienci. Rozporządzenie (UE) 2024/2847, znane jako *Cyber Resilience Act* (CRA), odwraca ten układ. Po raz pierwszy na poziomie całej Unii wprowadza obowiązkowe wymagania cyberbezpieczeństwa dla produktów z elementami cyfrowymi i rozciąga je na cały okres ich używania, a nie tylko na moment sprzedaży.

Mechanizm przypomina znane z innych dziedzin zasady bezpieczeństwa produktów. Towar trafi na unijski rynek dopiero wtedy, gdy spełnia wymagania zasadnicze i przeszedł ocenę zgodności, a producent wystawił deklarację zgodności UE i umieścił na nim znak CE. Przepisy są wdrażane etapami: rozporządzenie obowiązuje od grudnia 2024 r., ale od czerwca 2026 r. stosuje się regulacje o jednostkach oceniających zgodność, od września – obowiązki zgłoszeniowe, a pełne stosowanie nastąpi 11 grudnia 2027 r.

Szeroki zakres, nieliczne wyjątki

Przepisy CRA celowo sformułowano dość szeroko. Miejszczą się w nim urządzenia konsumenckie, sprzęt dla biznesu, systemy operacyjne, aplikacje mobilne i na komputery stacjonarne, a nawet pojedyncze biblioteki czy komponenty sprzedawane osobno – o ile mogą się łączyć z innym urządzeniem lub siecią. Przepisy obejmują też



Designed by Magnific

rozwiązania chmurowe, bez których produkt nie spełniałby swojej funkcji, bo traktuje się je jako jego część.

Poza regulacją pozostają branże z własnymi przepisami sektorowymi: wyroby medyczne, pojazdy, wyposażenie lotnictwa cywilnego, a także sprzęt wojskowy. CRA nie dotyczy również oprogramowania oferowanego wyłącznie w modelu SaaS ani *open source* rozwijanego poza działalnością komercyjną, a podmioty opiekujące się projektami otwartymi mają złagodzone obowiązki.

Siedziba producenta nie ma znaczenia. Firma spoza UE sprzedająca w Unii też podlega przepisom i może wskazać podmiot w UE odpowiedzialny za ich realizację. Obowiązki rozłożono na cały łańcuch dostaw. Najwięcej spoczywa na producencie, ale importer przed wprowadzeniem towaru do obrotu sprawdza, czy producent się z nich wywiązał, a dystrybutor – czy produkt ma znak CE i wymaganą dokumentację.



Wojciech Traczyk
redaktor czasopisma
„elektrotechnik
AUTOMATYK”

Bezpieczeństwo od pierwszej linii kodu

Wymagania zasadnicze dotyczą dwóch obszarów: cech samego produktu i procesów, które musi prowadzić producent. W pierwszym kluczowe jest podejście security by design i security by default. Uwierzytelnianie, szyfrowanie czy podział uprawnień trzeba zaplanować przed rozpoczęciem programowania, a produkt ma trafiać do klienta z bezpieczną konfiguracją domyślną i możliwie małą powierzchnią ataku. W dniu wprowadzenia do obrotu nie może zawierać znanych luk, które dałoby się wykorzystać.

Fundamentem procesów jest ocena ryzyka. Nie wystarczy przeprowadzić jej raz – trzeba ją aktualizować przy każdej istotnej zmianie funkcji, architektury czy środowiska pracy produktu, a jej wnioski powinny realnie wpływać na decyzje projektowe. Producent musi też jednoznacznie oznaczać wersje i prowadzić wykaz komponentów oprogramowania (SBOM) w formacie nadającym się do odczytu maszynowego. Dzięki takiemu spisowi bibliotek i zależności, po ujawnieniu luki w popularnym komponencie, da się szybko ustalić, których wersji dotyczy problem.

Rozporządzenie reguluje także wersje testowe. Można je udostępniać tylko czasowo, do oceny i z wyraźną informacją, że nie spełniają wymagań CRA i nie nadają się do zastosowań produkcyjnych.

Zegar zaczyna tykać

Obowiązek raportowania obejmuje dwie kategorie zdarzeń. Pierwszą są podatności, co do których istnieją wiarygodne przesłanki, że ktoś już je wykorzystuje. Drugą – poważne incydenty wpływające na bezpieczeństwo produktu, np. zagrażające dostępności, integralności lub poufności danych wrażliwych albo polegające na wprowadzeniu złośliwego kodu. Nie ma przy tym znaczenia, skąd producent czerpie wiedzę: z własnego monitoringu, od klienta czy od niezależnego badacza.

Zgłoszenia składa się przez pojedynczą platformę sprawozdawczą (Single Reporting Platform – SRP), którą uruchomiła ENISA, unijna agencja ds. cyberbezpieczeństwa. Trafiają one do CSIRT-u państwa, w którym producent ma główną siedzibę, i równocześnie do ENISA. W Polsce koordynatorem jest CSIRT NASK, a jego zadania realizuje zespół CERT Polska.

Terminy zgłoszeń są wyśrubowane (patrz ramka), dlatego firma potrzebuje wewnętrznej procedury, która pozwoli szybko rozpoznać zdarzenie podlegające zgłoszeniu i zebrać dane o produkcie, wersji, skutkach i działaniach naprawczych. Na kontakcie z CSIRT-em sprawa się nie kończy – o wykrytych problemach i sposobach ograniczenia ryzyka trzeba poinformować również użytkowników.

Porządek w obsłudze podatności

CRA oczekuje, że producent będzie reagował na sygnały o lukach bezzwłocznie, a bez uporządkowanego procesu trudno to zapewnić. Punktem wyjścia jest wyznaczenie osoby lub zespołu, który przyjmuje zgłoszenia, ocenia ryzyko i koordynuje naprawy – także w małej firmie. Kolejny krok to publiczny kanał kontaktu, np. osobny adres e-mail lub formularz, uzupełniony o plik zgodny ze standardem RFC 9116, który w ujednolicony sposób podpowiada badaczom, dokąd kierować informacje.

Każde zgłoszenie trzeba zweryfikować: czy lukę da się realnie wykorzystać i czy są oznaki, że ktoś już to robi. Przy poważniejszych podatnościach można skorzystać ze wsparcia CERT Polska w skoordynowanym ujawnianiu, czyli w ustaleniu harmonogramu napraw i momencie publikacji. Poprawki należy testować i wydawać jak najszybciej, a dopóki luka nie zostanie usunięta, producent

et INFO

Od ostrzeżenia do raportu końcowego

Termin	Obowiązek producenta
24 godziny	Przekazanie wczesnego ostrzeżenia. Termin biegnie od chwili wykrycia aktywnie wykorzystywanej podatności lub poważnego incydentu.
72 godziny	Złożenie pełnego zgłoszenia z podstawowymi danymi o produkcie, charakterze ataku lub incydentu oraz o działaniach naprawczych i ograniczających ryzyko.
14 dni	Przesłanie raportu końcowego o podatności. Termin biegnie od udostępnienia poprawki lub środka łagodzącego.
1 miesiąc	Przesłanie raportu końcowego o poważnym incydencie, licząc od dnia jego zgłoszenia.

nie powinien publikować nowych wersji. Dobrą praktyką jest nadanie podatności identyfikatora CVE, a cały proces – z terminami i decyzjami – warto dokumentować. Praca nie kończy się w dniu premiery. Trzeba stale śledzić publiczne bazy podatności i komunikaty dostawców komponentów, a także regularnie testować zabezpieczenia.

Producent musi zapewnić bezpłatne poprawki bezpieczeństwa przez określony okres wsparcia. Co do zasady to co najmniej pięć lat, a mniej tylko wtedy, gdy przewidywany okres użytkowania produktu jest krótszy. Aktualizacje powinny domyślnie instalować się automatycznie, ale użytkownik musi móc je odroczyć lub wyłączyć ten mechanizm, a także otrzymywać jasną informację o dostępnych poprawkach. Tam, gdzie to technicznie możliwe, poprawki bezpieczeństwa wydaje się osobno od nowych funkcji, aby nikt nie musiał przyjmować niechcianych zmian tylko po to, by zamknąć lukę.

Dokumentacja i okazja do zmian

Ostatni obszar to dokumentacja techniczna: opis architektury i zabezpieczeń, wykaz komponentów oraz rejestr usuniętych podatności i incydentów. Nie trzeba jej publikować, ale na żądanie organu nadzoru rynku producent musi ją udostępnić. Najprościej, gdy powstaje na bieżąco w narzędziach zarządzania projektem, a SBOM generuje się automatycznie przy każdej kompilacji.

Od czego zacząć? Pierwszym krokiem powinna być inwentaryzacja oferty i ustalenie, które produkty podlegają CRA. Następnie warto porównać obecne praktyki z wymaganiami rozporządzenia, przejrzeć komponenty pochodzące od zewnętrznych dostawców i zarejestrować firmę na platformie SRP, zanim wydarzy się pierwszy incydent.

Zwlekanie może słono kosztować – za naruszenie wymagań zasadniczych grożą kary do 15 mln euro lub do 2,5% całkowitego rocznego światowego obrotu – w zależności od tego, która kwota jest wyższa. Warto jednak patrzeć na CRA szerzej: jako na impuls do uporządkowania procesów, które ograniczają skutki incydentów i budują zaufanie klientów. ■

Rynek pracy za kilka lat: wszechobecna AI i wolne piątki?

Jeszcze niedawno *home office* było wiodącym tematem w rozmowach o zmianie firmy czy o zmianach w firmie... Dziś do listy zagadnień związanych z przemianami w obszarze zatrudnienia dołączyła sztuczna inteligencja – jej umiejętne wykorzystanie w wykonywaniu codziennych zadań zawodowych. Coraz częściej pytamy nie tylko o to, jak pracować szybciej, lecz także: po co właściwie pracować tak długo, skoro wymierne korzyści można uzyskać w prostszy sposób. Warto zastanowić się, jak bardzo nowe technologie i młode pokolenia pracowników wpływają na różne branże, a także gdzie faktycznie szukać oszczędności we własnej firmie.

Anna Wasilewska-Stawiak



źródło: Pixabay – rawpixel

Oto trendy, które z roku na rok stają się coraz bardziej popularne na rynku pracy, bez względu na branżę czy wielkość firmy. Od automatyzacji i elastycznych form zatrudnienia, przez ergonomię stanowisk i cyberbezpieczeństwo, po czterodniowy tydzień pracy, dbałość o zdrowie zespołu oraz rolę AI jako współpracownika.

Automatyzacja: więcej zadań za mniej

Dla firm automatyzacja to przede wszystkim szansa na zwiększenie wydajności, ograniczenie powtarzalnych czynności i lepsze wykorzystanie zasobów. W biurze algorytmy mogą porządkować dokumenty, przygotowywać zestawienia bądź analizować dane. W zakładzie przemysłowym wspierają planowanie produkcji, kontrolę jakości, utrzymanie ruchu czy logistykę. W wielu przypadkach nie chodzi o zastąpienie całego stanowiska, lecz o przejęcie części obowiązków, które dotąd niepotrzebnie pochłaniały czas pracowników. Przedsiębiorstwa będą szukać oszczędności nie tylko w technologii, ale również w organizacji zatrudnienia. Część zadań może trafić do *freelancerów*, którzy realizują konkretne projekty, nie wiążąc się z firmą długoterminowo. Inne obowiązki zostaną zlecone podwykonawcom z krajów, w których koszty pracy

są niższe. Zdalna współpraca międzynarodowa już dziś pozwala dobierać wykonawców nie tyle według miejsca zamieszkania, ile wedle ich kompetencji, cen i dostępności.

W takim modelu liczyć się będzie umiejętność sprawnego łączenia ludzi z narzędziami cyfrowymi, a także z usługami zewnętrznymi. Dla pracownika oznacza to większą elastyczność, ale i konieczność ciągłego aktualizowania kompetencji. Dla firmy – nowe możliwości, którym powinny towarzyszyć rozsądne zasady dotyczące jakości oraz – co najistotniejsze – bezpieczeństwa danych. Nie każdą czynność da się zautomatyzować, a nie każda oszczędność okaże się długofalową korzyścią dla przedsiębiorstwa. Im więcej procesów będzie zależeć od systemów cyfrowych i zewnętrznych dostawców, tym większego znaczenia nabiorą nadzór człowieka, odporność organizacji na awarie czy umiejętność reagowania na nieprzewidziane sytuacje.

Ergonomia przestaje być dodatkiem

Nowoczesne miejsce pracy powinno sprzyjać pracownikom i świadczyć o standardach pracodawcy. Dotyczy to zarówno hali produkcyjnej, jak i biura. Regulowane biurka, odpowiednie krzesła, oświetlenie zgodne z przepisami BHP i normami, jak również nowoczesne monitory czy narzędzia ograniczające obciążenie fizyczne mogą zmniejszać ryzyko urazów oraz łagodzić dolegliwości wynikające z wielogodzinnego wykonywania tych samych czynności.



źródło: Pixabay – reallywellmadedesk



Anna Wasilewska-Stawiak
redaktor czasopisma „elektrotechnik AUTOMATYK”

Możliwe, że w przyszłości większy nacisk zostanie położony na rzeczywisty komfort pracy, a nie tylko na spełnienie formalnych wymagań. Egzekwowanie obowiązków pracodawcy to zarazem sprawdzanie, czy stanowisko faktycznie odpowiada potrzebom człowieka. W zakładach przemysłowych oznacza to m.in. lepszą organizację przestrzeni i ograniczanie przeciążeń. W biurach – dopasowanie wyposażenia do użytkownika, ergonomię pracy przy ekranie i sensownie zaplanowane przerwy. Równie ważne jak certyfikowane zestawy sprzętu dla każdego stanowiska są adekwatne rozwiązania dostępne dla osób ze specjalnymi potrzebami. Pracodawcy, którzy potraktują ergonomię jako inwestycję, mogą liczyć na mniejszą absencję, połączoną z lepszą jakością wykonanej pracy.

Cyberbezpieczeństwo – dane częścią warsztatu

Im więcej procesów przeniesiemy do cyfrowego świata, tym większe znaczenie będzie miała ochrona informacji. RODO nie zniknie tylko dlatego, że dokumenty zaczną opracowywać algorytmy. Firmy nadal będą odpowiadać za właściwe przetwarzanie danych osobowych, a jednocześnie staną przed wyzwaniem ochrony informacji poufnych: dokumentacji technicznej, danych klientów, planów rozwoju, wyników finansowych czy strategii biznesowej. Źródłem ryzyka jest już nie tylko atak hakerski, ale też nieostrożne używanie narzędzi AI.

Wklejenie do ogólnodostępnego narzędzia AI fragmentu umowy, kodu źródłowego albo danych klienta może ujawnić informacje, które powinny pozostać wewnątrz organizacji. Dlatego cyberbezpieczeństwo będzie coraz mniej przypominać zadanie wyłącznie dla działu IT, a coraz bardziej – codzienny obowiązek każdego pracownika. Przydadzą się zatem regularne szkolenia, a przede wszystkim jasne zasady korzystania z narzędzi AI, bieżąca kontrola uprawnień, dbałość o uwierzytelnianie wieloskładnikowe i procedury reagowania na incydenty. Równie ważna staje się kultura organizacyjna, w której zgłoszenie pomyłki lub podejrzaną wiadomości nie wiąże się ze strachem przed karą, lecz pozwala szybko ograniczyć skutki problemu. Firma w przyszłości musi inwestować nie tylko w coraz sprytniejsze oprogramowanie, ale również w ludzi, którzy potrafią odpowiedzialnie z niego korzystać.

Cała prawda o work-life balance

Przez lata firmowa troska o pracownika często przybierała formę dodatkowych atrakcji: „owocowych wtorków”, integracyjnych wyjazdów czy pikników rodzinnych. Jednak młode pokolenia pracowników stawiają bardziej wymierne profity z pracy: regularne podwyżki i zaplanowaną ścieżkę rozwoju. A nade wszystko oczekują braku nadgodzin i jasnego podziału na pracę i życie po niej...

Jednym z najbardziej wyrazistych symboli pokoleniowej zmiany jest czterodniowy tydzień pracy. Nie ma jednego modelu, który sprawdzi się wszędzie: krótszy tydzień może oznaczać mniej godzin przy zachowaniu wynagrodzenia, skondensowanie dotychczasowych godzin w czterech dniach albo po prostu inny podział dyżurów. W produkcji, logistyce czy utrzymaniu ruchu wdrożenie takiego rozwiązania może być trudniejsze niż w biurze. Koncept z pewnością wymaga dobrego planowania i zarządzania sprawdzoną obsadą, bez przeciążania zespołu „podkreśnionym tempem działań” na rzecz zyskanego wolnego piątku.

Przegląd badań przygotowany przez Eurofound jesienią 2026 r., na zlecenie Komisji Europejskiej, analizuje różne modele skracania czasu pracy, ich wpływ na produktywność, zdrowie i równowagę między życiem zawodowym a prywatnym. Nie daje to podstaw, aby ogłosić czterodniowy tydzień pracy uniwersalnym rozwiązaniem, ale pokazuje, że warto rozmawiać o nim na podstawie konkretnych danych, a nie w oparciu wyłącznie o przyzwyczajenia.

Podobnie może zmienić się podejście do pracy zdalnej i delegacji. Home office otrzymuje konkretne reguły dostępności, nie może być „przywilejem dla wybranych osób”, ani przymusem oznaczającym konieczność wykonywania wszystkich zadań poza

siedzibą firmy. Z kolei w przypadku podróży służbowych obowiązkowe będzie wcześniejsze ustalanie terminów i uwzględnianie czasu potrzebnego na regenerację po dłuższym, intensywnym zawodowo wyjeździe. Równie istotna będzie konsekwentna walka z mobbingiem i innymi formami nadużyć. Pracodawcy, którzy chcą pozyskać młodych ludzi w swoich szeregach, nie mogą wymagać od zatrudnionych osób całodobowej dostępności albo zaangażowania w pracę kosztem swojej prywatności. Benefity rodzinne (np. pakiety medyczne i sportowe) obejmujące bliskich już od dawna mają większą wartość dla pracowników niż kolejny gadżet z firmowym logo.

Zdrowy pracownik to nie projekt po godzinach

Ciekawym kierunkiem jest przenoszenie części aktywności poprawiających samopoczucie i stan zdrowia w godziny pracy. Można premiować dojazdy rowerem do siedziby firmy, organizować firmowe drużyny sportowe, zapewniać czas na wspólne ćwiczenia albo zapraszać zespół do sadzenia drzew i budowania domków dla owadów na dachu biurowca czy fabryki. Takie działania integrują zespół i mogą budować poczucie wspólnoty, o ile pozostają dobrowolne i nie zastępują rzeczywistych działań na rzecz zdrowia. Najważniejsze nadal będą jednak podstawy: rozsądne obciążenie zadaniami, ergonomiczne stanowiska, możliwość odpoczynku oraz sprawiedliwy podział obowiązków.



Designed by Magnific

AI jako współpracownik

Największą niewiadomą pozostaje wciąż sztuczna inteligencja. Czy będzie narzędziem, które uwolni nas od części obowiązków, czy sposobem na zwiększenie liczby zadań przypadających na jednego pracownika? Możliwe są oba scenariusze – i to w tej samej firmie. Międzynarodowa Organizacja Pracy w analizie opublikowanej w 2023 r. wskazała, że generatywna AI częściej może uzupełniać ludzką pracę, niż całkowicie eliminować całe stanowiska. Jej wpływ będzie zależał m.in. od tego, które czynności zostaną zautomatyzowane i jak przedsiębiorstwa zorganizują pracę po wdrożeniu nowych narzędzi.

W praktyce AI może stać się cyfrowym współpracownikiem, pomocnym w przygotowaniu dokumentacji i pozyskiwaniu informacji z różnych źródeł, ale jeśli w argumentacji szefostwa „stanie wyżej” niż zasoby ludzkie – może doprowadzić do sytuacji, gdy nie będzie komu z niej korzystać. Bo ludzie zostaną zwolnieni lub sami odejdą, zdemotywowani umniejszaniem ich funkcji w danym przedsiębiorstwie. Stąd coraz żywsza staje się dyskusja o szkoleniach z zakresu miarodajnego wykorzystania AI w pracy: tak by zyskać na tym rozwiązaniu, a nie bezrefleksyjnie mu zaufać.

Jednocześnie nie można zakładać, że wzrost produktywności automatycznie przełoży się na wyższe pensje albo na krótszy tydzień pracy. Międzynarodowa Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) zwraca uwagę, że skutki AI dla zatrudnienia i wynagrodzeń są złożone: technologia może bowiem ograniczać zapotrzebowanie na niektóre zadania, ale może też zwiększać popyt na inne i tworzyć nowe rodzaje pracy. Sam wzrost efektywności nie przesądza o tym, kto skorzysta na zmianie. Dochodzimy więc do pytania, które może okazać się ważniejsze niż sama technologia. Jeżeli AI zwiększy produktywność gospodarki o kilkanaście czy kilkadziesiąt procent, kto otrzyma wynikającą z tego nadwyżkę? Właściciel firmy, akcjonariusze, pracownik w postaci wyższej pensji – nawet, jeśli będzie mógł pracować krócej? Kwestia rynkowych przemian nie skupia się na analizie, jak i kiedy sztuczna inteligencja zabierze nam pracę, tylko co zrobimy z czasem, który zyskaliśmy dzięki nowym technologiom oraz dzięki większej wiedzy o potrzebach i prawach pracowników. ■

źródło: Adobe Stock – Juergen Wallstabe



Tematyka kolejnego numeru:

- Raport: Rynek aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki
- Rynek: Czujniki i systemy pomiarowe w automatyce
- Sterowniki PLC i regulatory procesowe
- Serwonapędy w automatyce przemysłowej
- Zasilacze i rozwiązania do zarządzania energią
- Oprogramowanie do wizualizacji i akwizycji danych
- Systemy do automatyzacji produkcji

Polecamy

W pierwszym w nowym roku numerze eTA polecamy raport poświęcony rynkowi AKPiA w Polsce. Omówimy jego aktualną kondycję oraz najważniejsze trendy w obszarze aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki, a także czynniki kształtujące popyt w kluczowych branżach przemysłu. Pokażemy też, jakie wyzwania i szanse stoją przed producentami, dystrybutorami i integratorami w nadchodzących latach.

Najbliższe wydarzenia dla branży elektrotechniki i automatyki przemysłowej

Warsaw Industry Week	Ptak Warsaw Expo	3–5.11.2026
Decarbonisation Expo Poland	Ptak Warsaw Expo	3–5.11.2026
electronica	Messe München	10–13.11.2026
Targi Energetyczne ENERGETICS	Targi Lublin	17–19.11.2026
SPS – Smart Production Solutions	Mesago Messe Frankfurt	24–26.11.2026
Light-Tech Expo	Ptak Warsaw Expo	1–3.12.2026
Electroinstal Expo	Ptak Warsaw Expo	1–3.12.2026

PRZEGŁĄD RYNKU

W numerze 1/2027 czasopisma elektrotechnik AUTOMATYK przyjrzymy się ofercie czujników i systemów pomiarowych stosowanych w automatyce. Przedstawimy czujniki położenia, ciśnienia, temperatury, przepływu i poziomu, a także inteligentne systemy pomiarowe z funkcjami diagnostyki i komunikacji przemysłowej. Pokażemy również, jak precyzyjne pomiary wspierają optymalizację procesów, utrzymanie ruchu predykcyjne oraz wdrażanie koncepcji Przemysłu 4.0.

elektrotechnik
AUTOMATYK

ravenmedia

ISSN 2544-7351

elektrotechnikAUTOMATYK.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Za treść ogłoszeń redakcja ponosi odpowiedzialność w granicach wskazanych w ust. 2 art. 42 ustawy Prawo prasowe. Redakcja zastrzega sobie prawo redagowania nadesłanych tekstów i nie zwraca materiałów niezamówionych. Wszystkie nazwy handlowe i towarów występujące w niniejszej publikacji są znakami towarowymi zastrzeżonymi lub nazwami zastrzeżonymi odpowiednich firm odośnośnych właścicieli i zostały zamieszczone wyłącznie celem identyfikacji. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

stopka redakcyjna

REDAKCJA

elektrotechnik AUTOMATYK

ul. Strzegomska 42AB

53-611 Wrocław

tel. +48 71 78 23 180

elektrotechnikautomatyk@ravenmedia.pl

Redaktor prowadzący

Wojciech Traczyk

wojciech.traczyk@ravenmedia.pl

Zespół redakcyjny

Bogdan Kruk

bogdan.kruk@ravenmedia.pl

Anna Wasilewska-Stawiak

anna.stawiak@ravenmedia.pl

Jakub Kleczkowski

jakub.kleczkowski@ravenmedia.pl

Redakcja graficzna i skład

Iwona Piśmienny-Ścibor

REKLAMA I MARKETING

Joanna Korwin-Kijuć

+48 608 600 104

joanna.korwin@ravenmedia.pl

Renata Świderska

+48 570 387 104

renata.swiderska@ravenmedia.pl

PRENUMERATA

prenumerata@ravenmedia.pl

tel. +48 71 78 23 187

Cena i zamówienia

Cena rocznej prenumeraty (na 4 kolejne numery) wynosi 80 zł brutto. Zamówienia na prenumeratę są przyjmowane telefonicznie lub mailowo – dane do kontaktu podano wyżej.

DRUK

Grupa INTROMAX sp. z o.o.

30-732 Kraków, Biskupińska 21

Fotookładka:

Adobe Stock – prescott09

WYDAWCA

Raven Media Sp. z o.o.

ul. Strzegomska 42AB

53-611 Wrocław

NIP 897-17-67-168, REGON 021366963

Dyrektor wydawniczy / Redaktor naczelny

Paweł Kruk

pawel.kruk@ravenmedia.pl

Licencja:

© The Polish edition of „elektrotechnik AUTOMATISIERUNG” is a publication of Raven Media Sp. z o.o., licensed by Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, 97082 Würzburg/Germany.

© Copyright of the trademark „elektrotechnik AUTOMATISIERUNG” by Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, 97082 Würzburg/Germany

 **VOGEL** COMMUNICATIONS GROUP

elektrotechnik
AUTOMATISIERUNG



Twój partner w komunikacji b2b

Zapraszamy do współpracy redakcyjnej oraz reklamowej:
elektrotechnikautomatyk@ravenmedia.pl
www.elektrotechnikAUTOMATYK.pl

NOWOŚĆ W 2027

MEORGA

AKPiA
targi specjalistyczne

PL-Warszawa

Środa, 17.03.2027, w godz. 8:00–16:00

EXPO XXI Warszawa

ul. Prądzyńskiego 12/14, 01-222 Warszawa, Polska



Wstęp bezpłatny!

Wymagana rejestracja odwiedzających

Czołowi producenci branży prezentują najnowsze trendy w automatyce AKPiA oraz przedstawiają produkty, systemy, a także usługi inżynieryjne i serwisowe z następujących obszarów:

- Aparatura obiektowa
- Armatura przemysłowa
- Bezpieczeństwo funkcjonalne
- Ciśnienie i temperatura
- Cyberbezpieczeństwo automatyki
- Efektywność energetyczna
- Elektryczne ogrzewanie towarzyszące
- Elementy wykonawcze sterowników PLC i systemów DCS
- Kalibracja
- Kształcenie i doskonalenie zawodowe
- Magistrala obiektowa (fieldbus)
- Ochrona odgromowa
- Ochrona przeciwwybuchowa
- Projektowanie i realizacja instalacji
- Przyrządy do pomiaru emisji/imisji
- Systemy sterowania procesami i zarządzania eksploatacją
- Technika czujnikowa
- Technika napędowa
- Technika niskiego napięcia
- Technika pomiarowa i rejestrująca
- Technika pomiaru analitycznego
- Technika pomiaru poziomu
- Technika pomiaru przepływu
- Technika pomiaru wilgotności
- Technika regulacji
- Technika sterowania
- Technika sygnalizacji zagrożeń
- Technika ważenia i napełniania
- Termografia
- Urządzenia kontrolno-testowe wg norm VDE
- Utrzymanie ruchu
- Zdalna obsługa

Nasze terminy 2027

7 terminów • Niemcy, Polska, Szwajcaria, Austria

DE
Hamburg
03.03.2027

PL
Warszawa
17.03.2027

CH
Bazylea
14.04.2027

DE
Leverkusen
02.06.2027

DE
Ludwigshafen
15.09.2027

DE
Landshut
13.10.2027

AT
Wiedeń
17.11.2027



Odwiedź targi

Wymagana rejestracja odwiedzających:
www.meorga.pl lub zeskanuj kod QR

Wstęp bezpłatny!

Zostań wystawcą

Dodatkowe informacje:
MeorgaPolska@ravenmedia.pl
Tel. 608 600 110