

MM

Magazyn Przemysłowy

MagazynPrzemyslowy.pl

Numer 4 (250)

KWIECIEŃ 2026

Cena 15 zł (w tym 8% VAT)

ISSN 0945-5485

Nr ind. 206555

Produkcja i przetwarzanie

Sztuczna inteligencja zwiększa efektywność obróbki

Produkcja i przetwarzanie

Kiedy warto postawić na laser fiber?

Smart factory

Czym jest inteligentna fabryka?

Raport

Rynek
cobotów

KÄRCHER



KIRA BR 200 WIELKIE WYZWANIA INTELGENTNE ROZWIĄZANIE



Pełna
autonomia



Zdalne
sterowanie



Integracja
VDA 5050



Certyfikowane
bezpieczeństwo

Więcej informacji na [karcher.pl](https://www.karcher.pl)



Kryzys „jak z katalogu” – i co z tym teraz zrobić?



Przyznam szczerze – kiedy patrzę na globalne nagłówki z ostatnich tygodni, mam wrażenie, że ktoś napisał scenariusz do sequela, którego nikt nie zamawiał. Rosja dalej na Ukrainie. Izrael, Iran i USA w kolejnym akcie na Bliskim Wschodzie. Cła jako broń geopolityczna. A europejski przemysł motoryzacyjny – filar, na którym przez dekady opierał się łańcuch dostaw całego kontynentu – powoli traci oddech i redukuje etaty.

To wszystko razem brzmi jak lista problemów bez rozwiązań. Ale jest jeden sektor, który zamiast kurczyć się, rośnie w siłę – i to szybko.

Przemysł obronny nie potrzebuje dzisiaj reklamy. Budżety zbrojeniowe w Europie biją kolejne rekordy, Komisja Europejska uruchamia miliardy, mechanizm SAFE ma zmienić zasady gry dla całego kontynentu. Firmy zbrojeniowe wiedzą, że mają wiatr w żagle. Problem w tym, że wiele firm z sektora cywilnego wciąż stoi z boku i patrzy, jak ten pociąg rusza z peronu. A chciałyby wskoczyć do wagonu.

Nie chodzi o to, żeby producent uszczelek z dnia na dzień zamienił się w zbrojmistrza. Ale technologiczne punkty styku między motoryzacją, elektroniką czy mechaniką precyzyjną a sektorem obronnym są realne – i coraz więcej firm to dostrzega. Dane z Niemiec mówią jasno: już co szósta firma przemysłowa jest częścią obronnego łańcucha wartości. I ten odsetek będzie rósł.

Pytanie, które słyszę coraz częściej od menedżerów w polskich firmach, brzmi: „Jak się tam w ogóle dostać?”. To dobre pytanie. I dobrze, że pada – bo to oznacza, że rynek w końcu się budzi i zaczyna rozglądać się za innymi kierunkami rozwoju.

Odpowiedź będzie można znaleźć między innymi w Monachium – gdzie pod koniec kwietnia odbędzie się European Defence Supply, wydarzenie naszego partnera Vogel Communications Group. Platforma stworzona dokładnie po to, by europejskie cywilne firmy technologiczne odnalazły swoją drogę do sektora obronności.

Nie każdy kryzys jest katastrofą. Czasem to tylko przymusowa zmiana kursu.

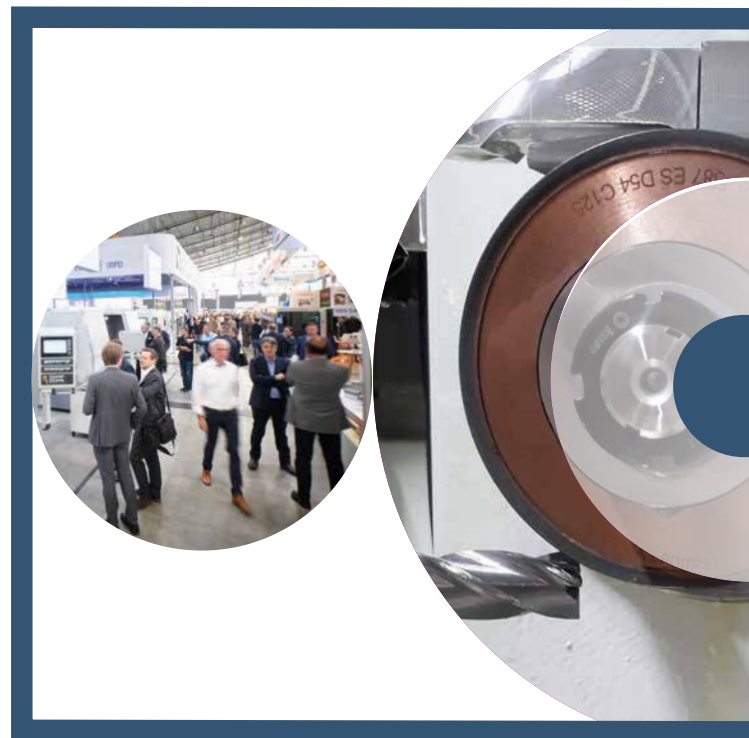
Paweł Kruk

Redaktor naczelny
MM Magazyn Przemysłowy

GRINDING HUB

Brings solutions
to the surface.

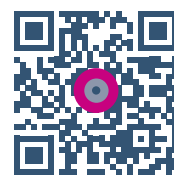
Stuttgart, 05-08/05/2026



Where everything revolves
around grinding – and you!

The leading trade fair
for grinding technology.

grindinghub.de



Eine Messe des
A Fair by **VDW**

In Zusammenarbeit mit
In cooperation with

Messe Stuttgart
Mitten im Markt

Trägerschaft
Sponsorship
SWISSMEM



MM

Magazyn Przemysłowy

MM Produkcja i przetwarzanie

s. 24 Co decyduje o wydajności, kosztach i opłacalności laserów fiber?

Od redakcji

- 3** Kryzys „jak z katalogu” –
i co z tym teraz zrobić?

Rynek

Barometr przemysłowy

- 6** Leasing maszyn i urządzeń (MiU)
w Polsce w 2025 r.

Zdjęcie miesiąca

- 8** Nowa technologia powlekania

Aktualności

- 10** Przemysłowa Wiosna 2026 – relacja
12 Wiadomości ze świata przemysłu

Raport

- 16** Rynek cobotów – globalny boom,
europejskie spowolnienie i polska luka
robotyzacyjna

Artykuły

Produkcja i przetwarzanie

- 24** Co naprawdę decyduje o wydajności, kosztach
i opłacalności wycinarek laserowych fiber?
30 Czy lasery są przyjazne środowisku?
32 Obróbka powierzchni dla najbardziej
wymagających zastosowań
34 Jak sztuczna inteligencja zmienia obrabiarki CNC
38 Jak nowoczesne technologie zmieniają oblicze
wtryskiwania tworzyw sztucznych

Utrzymanie ruchu

- 42** Czysty magazyn, sprawna logistyka

MM Poleca

Przetwórcy tworzyw sztucznych działają dziś w coraz bardziej wymagających warunkach: rosną oczekiwania co do precyzji, zaostrza się presja kosztowa, a wymagania środowiskowe nabierają charakteru regulacyjnego. Odpowiedzią na te wyzwania stają się inteligentne wtryskarki wyposażone w systemy AI, zaawansowane czujniki i narzędzia do komunikacji z linią produkcyjną w czasie rzeczywistym. To technologia, która już teraz trafia do hal produkcyjnych polskich zakładów. s. 38

Zarządzanie i strategia

- 44** Dlaczego zarządzanie energią powinno być
kluczowym elementem nowoczesnej
automatyki?

Smart Factory

- 46** Czym jest inteligentna fabryka?

Produkty

- 48** Nowości rynkowe

Po godzinach

- 50** Rewolucja w mikro- i nanodruku 3D

Jakub Kleczkowski, redaktor MM Magazynu Przemysłowego

MOCAP®

DOSKONAŁA OCHRONA DLA TWOICH PRODUKTÓW

Wiele rozmiarów i rodzajów dla gwintów
i złączek metrycznych, SAE, BSP, JIC, NPT

Możliwość zakupu opakowań minipak
i mikropak w sklepie internetowym

30 lat doświadczenia w produkcji

MM Spis firm i reklamodawców

A		L	
Akyapak.....	49	Laser Machine Service.....	29
Amada.....	29	LVD.....	29
ARCO.....	48		
B		M	
Baykal.....	29	Maszyny-Polskie.pl.....	29
Bimatec Soraluca.....	13	MD Drucklufttechnik.....	32, 33
Bodor.....	29	Międzynarodowe Targi	
C		Poznańskie.....	12, 14
CHM Polska.....	24, 29	Mitsubishi Electric.....	34
CLOOS Polska.....	16, 19	Mitutoyo.....	48
Conrad Electronic.....	7	Mocap.....	5
D		Morn Laser.....	29
Dematec.....	16, 21	O	
Deutsche Messe.....	15	Omron Electronic.....	49
DIG Światała.....	15, 48	Otinus.....	29
DMG Mori.....	34	P	
E		P.H.U. Paweł Wartacz.....	38
Eagle.....	24, 29, 49	Politechnika Gdańska.....	50
Easy Metal.....	37	Polska Grupa CNC.....	24, 29
Emerson.....	14	Polteknik.....	49
Eckert.....	24, 29	R	
Ever.....	47	Richo Polska.....	29
Evertiq.....	13	S	
F		Schraubtec (autopromocja).....	51
Finder.....	49	Senfeng.....	29
Fraunhofer IWS.....	8	Seron.....	29
H		T	
Helukabel.....	13	Targi Kielce.....	10, 14
HGTech.....	29	Toyota.....	50
HSG.....	29	Transcorn.....	37
I		Trumpf.....	24, 29
igus.....	12, 45	U	
INTE-Maszyny.....	24, 29	Uni-Kat.....	24
K		V	
Kärcher.....	2, 42	VDW.....	3, 14
Kimla.....	29	W	
KIPP.....	48, 52	Wobit.....	12



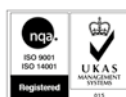
Nowy magazyn w Polsce!
Pełne stany magazynowe!
Jeszcze szybsza dostawa!

Nakładki • Zatyczki • Uchwyty
Ochrona • Wykończenie • Maskowanie

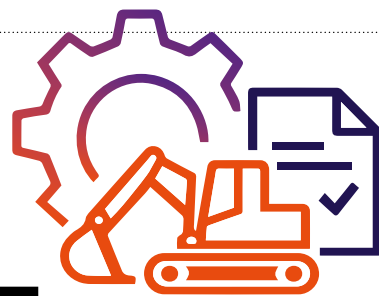
**BEZPŁATNE
PRÓBK!**

www.mocap.com.pl

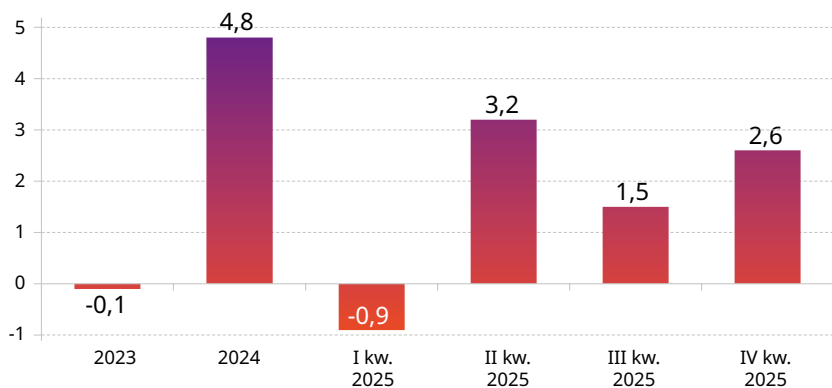
+48 618 347 002
info@mocap.com.pl



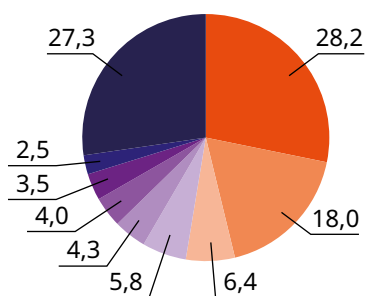
Leasing maszyn i urządzeń (MiU) w Polsce w 2025 r.



Dynamika finansowania MiU w latach 2023–2025 [rdr %]

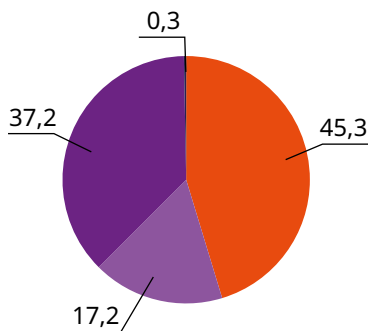


Struktura przedmiotowa leasingowanych MiU [%]



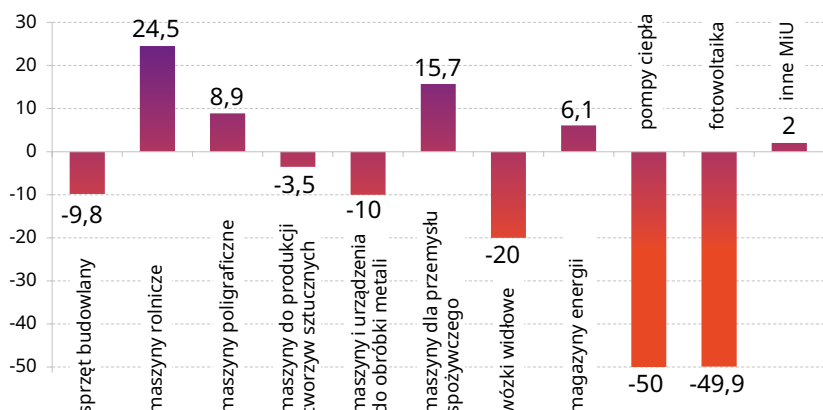
- maszyny rolnicze
- sprzęt budowlany
- maszyny do obróbki metali
- maszyny do prod. tw. sztucznych
- sprzęt medyczny
- maszyny dla przemysłu spożywczego
- maszyny poligraficzne
- wózki widłowe
- inne MiU

Struktura leasingobiorców [%]



- mikro firmy (o obrocie do 5 mln zł)
- małe firmy (o obrocie 5–20 mln zł)
- firmy średnie i duże (o obrocie powyżej 20 mln zł)
- pozostali

Dynamika leasingu wybranych MiU w porównaniu z 2025 r. [rdr %]



119,5 mld zł

łącznie wartość aktywów sfinansowanych przez firmy leasingowe w Polsce w 2025 r. (2024: 110,5 mld zł)

+8,1%

wzrost wartości aktywów sfinansowanych przez firmy leasingowe w porównaniu z 2024 r.

234 mld zł

całkowita wartość aktywnego portfela branży leasingowej (+7%, r/r)

26,7 mld zł

wartość MiU sfinansowanych przez branżę leasingową (+1,7%, r/r)

w tym:

16,5 mld zł

wartość MiU sfinansowanych leasingiem (-7%, r/r)

10,2 mld zł

wartość MiU sfinansowanych pożyczką leasingową (+20%, r/r)

22,3%

udział MiU w ogólnej wartości aktywów sfinansowanych leasingiem i pożyczką leasingową (2024: 23,7%)

+9,3%

wzrost liczby transakcji leasingu MiU w porównaniu z 2023 r.

180 tys. zł

średnia wartość transakcji leasingu w kategorii MiU (2024: 231 tys.)

81,0%

udział nowych MiU sfinansowanych leasingiem

19,0%

udział używanych MiU sfinansowanych leasingiem

+9,5%

prognozowany wzrost wartości leasingu MiU w 2026 r.

Your
B2B
partner

Tak! Zamówione,
dostarczone, naprawione.
Z Conrad.

Zawsze dostępne potrzebne części



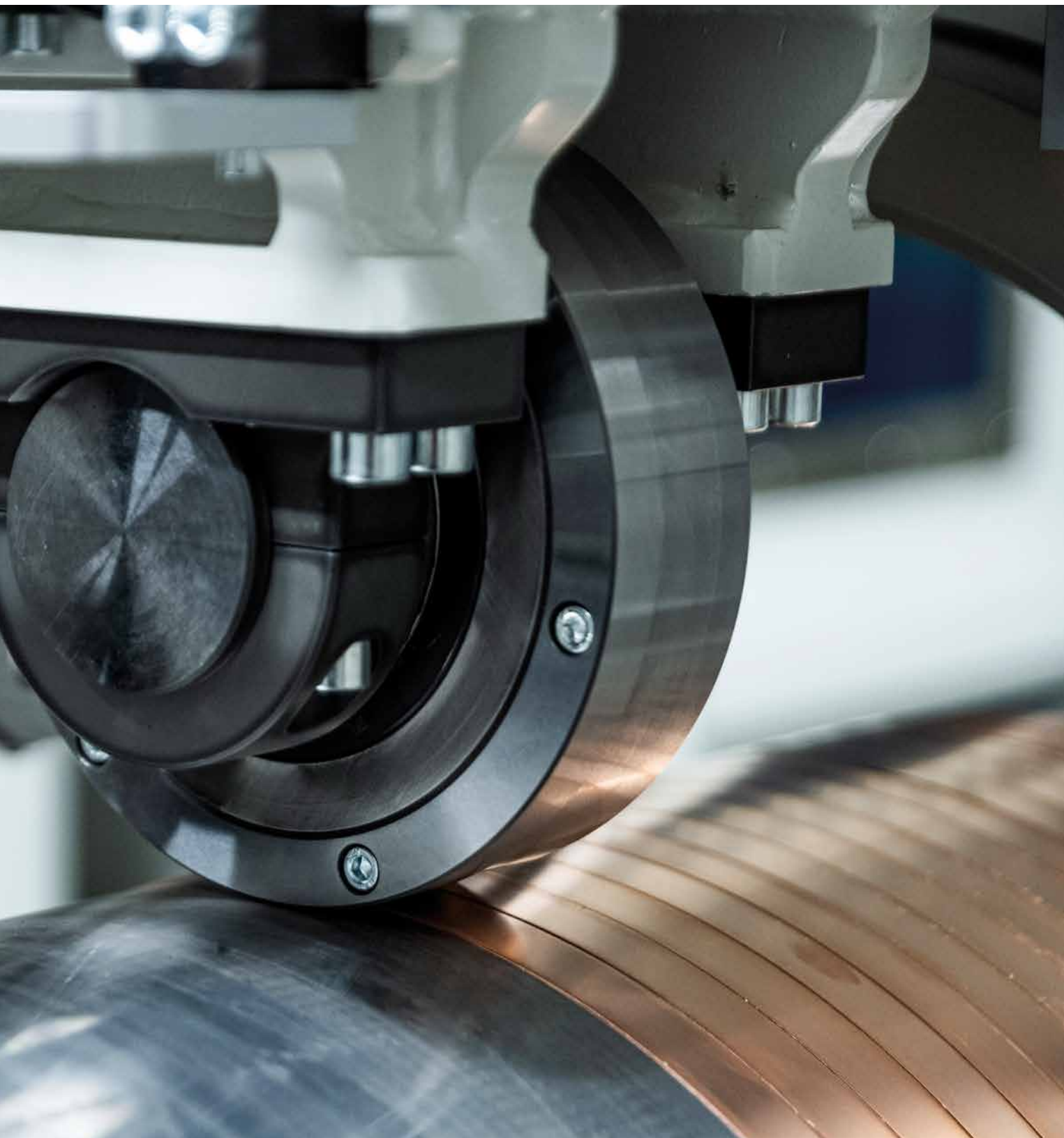
conrad.pl/tak-z-conrad

All parts of success

CONRAD



źródło: Christoph Wilsnack/Fraunhofer IWS



Naukowcy z **Instytutu Fraunhofera IWS** opracowali nową technologię powlekania, zwaną bezpośrednim platerowaniem laserowym, która pozwala na szybsze, bardziej energooszczędne i tańsze wytwarzanie warstw metalicznych niż dotychczasowe metody. Polega ona na tworzeniu warstwy funkcjonalnej bezpośrednio na korpusie powlekanego elementu poprzez nakładanie taśmy metalowej w kształcie spirali i miejscowe łączenie jej za pomocą lasera. Promieniowanie laserowe nagrzewa powierzchnię styku do temperatury łączenia tylko przez krótki czas. Połączone działanie ciepła i ciśnienia tworzy trwałe wiązanie metalurgiczne. To odróżnia ten proces od tradycyjnego napawania laserowego, które polega na całkowitym stopieniu materiału powłoki.



TARGI STOM

Przemysłowa Wiosna 2026 – technologia w działaniu

Kielce przez cztery marcowe dni znowu stały się centrum polskiego przemysłu. Przemysłowa Wiosna 2026, która odbyła się w halach wystawowych Targów Kielce w dniach 24–27 marca, ponownie pokazała, że nie jest to tylko kolejne wydarzenie w kalendarzu targowym. To raczej coroczny rytuał branży przemysłowej w naszym kraju – moment, kiedy dostawcy technologii, producenci i specjaliści od utrzymania ruchu spotykają się w jednym miejscu, żeby zobaczyć, co nowego słychać w przemyśle. I posłuchać siebie nawzajem.

Liczby mówią same za siebie: ponad 700 wystawców i współwystawców z 18 krajów oraz blisko 24 tysiące uczestników. To wynik, który utrzymuje się na wysokim poziomie, mimo że tegoroczna edycja operowała nieco mniejszą powierzchnią wystawieniczą niż poprzednie. Fakt, że skala zainteresowania nie spada, mówi wiele o charakterze tego wydarzenia – nie są to targi, na które przyjeżdża się z obowiązku. Przyjeżdża się, bo tu po prostu warto być.

! Nie prezentacja, a demonstracja

To, co odróżnia Przemysłową Wiosnę od wielu innych branżowych eventów, to nacisk na praktyczność. Maszyny i urządzenia nie stały tu jako eksponaty w gablocie – a pracowały przez cały okres targów. W halach słychać było szum wrzecion, widać było latające wióry i iskry. Dla wielu odwiedzających taka demonstracja na żywo jest warta więcej niż tuzin folderów produktowych.



Pełne spektrum technologii produkcyjnych – od obrabiarek CNC i robotyki, przez metrologię i systemy spawalnicze, aż po druk addytywny – sprawiło, że Przemysłową Wiosnę trudno zaszkladkować. To jedno z tych niewielu miejsc, gdzie można w ciągu jednego dnia porozmawiać o tolerancjach wymiarowych, obeerzeć robota współpracującego w akcji i przy okazji zobaczyć pokazy cięcia oraz gięcia. To rzadkość na mapie europejskich targów przemysłowych.

Wiedza i sieci kontaktów

Program merytoryczny towarzyszący wystawie był również intensywny. Seminarium poświęcone nowoczesnym procesom spawalniczym i badaniom materiałów przyciągnęło praktyków z zakładów produkcyjnych, ale też przedstawicieli środowisk naukowych. Rozmowy o jakości połączeń, trwałości materiałów i bezpieczeństwie procesów – to tematy, które brzmią sucho na papierze, ale w sali konferencyjnej potrafią rozgrzać dyskusję do czerwoności.

Ważnym akcentem tegorocznej edycji było również wzmacnianie współpracy międzysektorowej. Podczas wydarzenia podpisano np. kolejne umowy w ramach Klastra Metrologicznego, rozwijając współdziałanie biznesu, administracji i jednostek badawczych w obszarze pomiarów i kontroli jakości – kluczowych dla nowoczesnej produkcji.

Gala i wyróżnienia

Integralnym punktem każdej Przemysłowej Wiosny jest uroczysta gala, podczas której nagradzane są firmy i rozwiązania wyróżniające się innowacyjnością. Tegoroczna edycja nie odbiegała od tradycji – wyróżnieni zostali dostawcy technologii, którzy wyznaczają kierunki rozwoju branży. Takie wyróżnienia to nie tylko miły gest w stronę nagrodzonych. To też sygnał dla rynku: w tę stronę warto patrzeć.

Organizatorzy nie kryją ambicji. W tym roku Targi Kielce planują otwarcie nowej hali wystawienniczej, co ma bezpośrednio przełożyć się na możliwości ekspozycyjne kolejnych edycji cyklu STOM. Więcej przestrzeni to więcej wystawców, a więcej wystawców to jeszcze pełniejszy obraz tego, co dzieje się w przemyśle.

Kolejna edycja Przemysłowej Wiosny zaplanowana jest na 6–9 kwietnia 2027 r. Warto już teraz wpisać ją do kalendarza.

MM



źródło zdjęć: Raven Media

Nie tylko maszyny – znamy kolejne szczegóły o targach ITM Industry Europe

MM PATRONAT

Targi – Nadchodząca edycja targów ITM Industry Europe, która odbędzie się w dniach 26–29 maja br., to znacznie więcej niż wystawa maszyn. To 4 dni intensywnych crash testów, sparingów intelektualnych praktyków produkcji i prezentacji technologii, które jeszcze wczoraj wydawały się futurystyczną wizją. Tegoroczny program stawia na twardą, rynkową praktykę.

Na scenie głównej trzeci dzień targów upłynie pod znakiem intensywnej debaty o przyszłości polskiego przemysłu. Organizowane przez DBR77 spotkanie pod hasłem „Fabryka pod presją – czy polski przemysł boi się sztucznej inteligencji?” stanie się centrum merytorycznych dyskusji o realnym wpływie AI na efektywność zakładów produkcyjnych.

Równoległe z promocją myśli teoretycznej targi ITM Industry Europe stawiają na twardą praktykę w ramach strefy Assembly Arena – nowatorskiej koncepcji innowacji montażowych. Jest to dedykowana przestrzeń demonstracyjno-networkingowa, zaprojektowana jako kompleksowa odpowiedź na rosnące potrzeby współczesnego rynku produkcyjnego w zakresie efektywności, jakości oraz ergonomii procesów.

Ważnym punktem tegorocznego programu będzie też REPETYTORIUM, autorski format merytoryczny zainicjowany przez Jakuba Giełbagę. Pod prowokacyjnym hasłem „Nie dokręcaj śruby, dokręć proces” wydarzenie to odchodzi od formuły klasycznych konferencji czy paneli opartych na prezentacjach slajdów. Będzie to intensywny sparing intelektualny i forma mastermindu, gdzie wiedza nie jest wykładana, lecz wypracowywana w toku dynamicznej rozmowy z zaproszonymi gośćmi.



źródło: MTP

Integralną częścią tegorocznego salonu Welding będzie dwudniowe spotkanie techniczne przygotowane z myślą o kadry inżynierskiej i specjalistach ds. kontroli jakości pt. „Spawalnictwo – Certyfikacja wytwórców, procesów i personelu wg norm europejskich – stan aktualny i nowości”. Wydarzenie odbędzie się 27 i 28 maja w strefie Welding Speakers' Corner.

Program ITM Industry Europe 2026 dopełnia szereg stref specjalnych. Stowarzyszenie Lakiernictwa Przemysłowego zrealizuje kompleksowy program edukacyjny, łączący specjalistyczne wykłady z dynamicznymi pokazami obróbki powierzchni. Równoległe, redakcja *MM Magazynu Przemysłowego* poprowadzi w ramach *MM Studio* cykl merytorycznych rozmów z liderami rynku. Element zdrowej rywalizacji i praktycznego testowania komponentów zapewni strefa Pneumat & BECKHOFF GAMES.

Jak zdobyć przewagę konkurencyjną dzięki produktom motion plastics®?

Firmy – Firma igus podczas targów Warsaw Pack 2026 w Nadarzynie zaprezentowała swoje najnowsze rozwiązania z rodziny



źródło: igus

motion plastics®. Odwiedzający mieli okazję poznać z bliska technologię bezsmarowych i bezobsługowych łożysk, produkty zgodne z normami FDA oraz przepisami UE 10/2011, a także rozwiązania wolne od PTFE i przetestowane pod kątem obecności PFAS, takie jak łożyska ślizgowe i liniowe, półprodukty, trybotaśmy oraz filamenty do druku 3D.

W ramach rozwiązań z obszaru ekonomicznej automatyzacji igus zaprezentował również m.in. coboty i chwytaki delta, które umożliwiają szybkie i niskobudżetowe wejście w automatyzację, usprawniając procesy pobierania i umieszczania lub załadunku, a wszystko to za ułamek kosztów porównywalnej robotyki.

Warto pamiętać, że wszystkie produkty igus, których żywotność można obliczyć za pomocą kalkulatora online, objęte są 4 letnią gwarancją.

WObit i LBR zacieśniają współpracę

Firmy – Partnerstwo łączy kompetencje przemysłowe WObit z potencjałem badawczo rozwojowym LBR, tworząc fundament dla innowacyjnych rozwiązań w zakresie AMR/AGV, intralogistyki i automatyzacji procesów.



źródło: WObit

Połączone kompetencje WObit i LBR umożliwiają prowadzenie projektów od pomysłu, przez prototyp, aż po pełne wdrożenie przemysłowe, w których roboty MOBOT współpracują z maszynami i elektroniką opracowaną przez LBR. Klienci mają zyskać w ten sposób spójne, elastyczne systemy automatyzacji, łączące warstwę badawczo projektową (analizy, koncepcje, prototypy, testy) z przemysłowymi wdrożeniami opartymi na robotach mobilnych oraz komponentach i urządzeniach projektowanych przez LBR. Pozwala to szybciej przechodzić od idei do rozwiązania gotowego do pracy w zakładzie, przy ograniczonym ryzyku typowym dla projektów innowacyjnych.

Partnerstwo z LBR uzupełnia dotychczasowe portfolio współprac WObit, rozszerzając możliwości w obszarze badań i rozwoju, bez wchodzenia w konkurencję z innymi integratorami.

Evertiq Expo ponownie zawita do Krakowa

Targi – Już 7 maja br. powraca Evertiq Expo Kraków. To jedno z kluczowych wydarzeń branży elektronicznej w Europie Środkowo-Wschodniej. Tegoroczna edycja odbędzie się w nowoczesnym obiekcie Fabryczna 13, dzięki czemu uczestnicy będą mieli jeszcze więcej przestrzeni do nawiązania relacji biznesowych, wymiany wiedzy i zgłębienia najważniejszych trendów kształtujących rynek technologiczny.

Wydarzenie, mające niegdyś charakter kameralnego spotkania branżowego, dziś stanowi dojrzałą platformę integrującą cały ekosystem elektroniki: od projektantów i producentów, przez dostawców komponentów, aż po ekspertów analizujących globalne procesy rynkowe. Evertiq Expo Kraków jest miejscem, w którym spotykają się różne ogniwa łańcucha wartości, wspólnie kształtując przyszłość europejskiej elektroniki.

Ważna zmiana w Grupie HELUKABEL

Firmy – Grupa HELUKABEL® podjęła kolejny, strategiczny krok w swoim rozwoju, zmieniając markę HELUKABEL na HELU. To efekt szerszej transformacji firmy, która z producenta kabli przekształciła się w globalnego dostawcę kompleksowych systemów i rozwiązań w zakresie technologii.

Nowa nazwa to jednak znacznie więcej niż tylko odświeżone logo. Wraz z rebrandingiem wprowadzono międzynarodowe hasło „Always stay electrified”, które podkreśla nowoczesny, a zarazem globalny charakter marki oraz jej dynamiczne podejście do rozwoju.

Ujednolicenie całej gamy produktów pod marką HELU to równocześnie krok w stronę większej przejrzystości i prostoty, z wyraźną korzyścią dla klientów. Zmiana ta odzwierciedla również spójność kompetencji i wspólną wizję całej Grupy HELU, wzmacniając jej pozycję jako międzynarodowego partnera w obszarze zaawansowanych rozwiązań technologicznych.

Tegoroczna sekcja wykładów skoncentruje się na najważniejszych wyzwaniach współczesnej elektroniki. W programie konferencji uwzględniono również zagadnienia związane z transformacją produkcji. Uczestnicy będą mogli poznać eksperckie opinie na temat wspierania elastyczności z wykorzystaniem sztucznej inteligencji i robotyki modułowej w środowiskach produkcyjnych o dużej zmienności.



źródło: Evertiq

BIMATEC SORALUCE

SUMMIT 2026

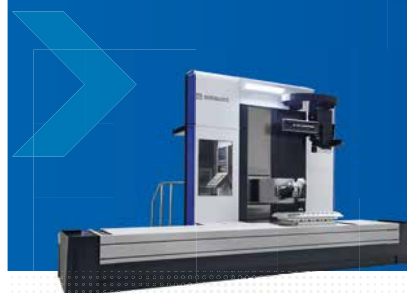
Odwiedź nas w
Soraluce, Bergara, Hiszpania
22–24 kwietnia 2026 r.

FREZOWANIE DUŻYCH ELEMENTÓW BEZ KOMPROMISÓW

Od standardowych maszyn
po w pełni zautomatyzowane systemy



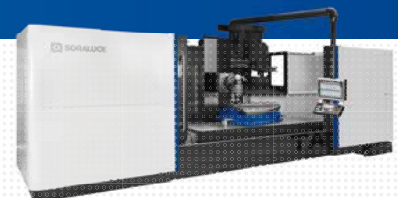
FREZARKI BRAMOWE
Maksymalna precyzja i elastyczność



FREZARKI ZE STOLEM STAŁYM
Ergonomiczna maszyna z gigantycznym obszarem roboczym



FREZARKI Z PRZEJEZDĄ KOLUMNĄ
Najwyższa wydajność i elastyczność



FREZARKI ŁOŻOWE
Znacznie więcej niż centrum obróbcze

CECHY

Modułowe głowice frezarskie

Magazyn narzędzi z min. 40 kieszeniami

Niskie wibracje i wysoka precyzja

Modułowa konstrukcja z możliwością integracji zautomatyzowanych procesów

PRECYZYJNE.
STABILNE.
MODUŁOWE.

bimatec-soraluce.de



GrindingHub 2026 – światowe centrum technologii szlifowania

źródło: VDW / Nicolas Det



Targi – Już za niecały miesiąc (5–8 maja) w Stuttgarcie odbędzie się kolejna edycja GrindingHub. To wydarzenie poświęcone technologii szlifowania i obróbki powierzchni. Według organizatorów targi zgromadzą

ponad 430 wystawców z 28 krajów – od startupów po globalnych gigantów.

GrindingHub odbywa się w wymagającym otoczeniu rynkowym. Niemiecka produkcja maszyn do szlifowania i honowania wyniosła w pierwszych trzech kwartałach 2025 r. 626 mln euro, o 15% mniej niż rok wcześniej, a eksport spadł o 25% do 456 mln euro. W takich warunkach branża obróbki powierzchni potrzebuje wskazówek, możliwości wymiany informacji i konkretnych możliwości biznesowych – a właśnie to oferuje GrindingHub.

Przy okazji tegorocznych targów organizatorzy zapowiedzieli debiut GrindingHub Americas – pierwszych w Ameryce Północnej targów poświęconych wyłącznie technologiom szlifowania. Wydarzenie odbędzie się w Cincinnati w Ohio w dniach 18–20 maja 2027 r.

Plastpol 2026 – światowe marki ponownie spotkają się w Polsce

Targi – Międzynarodowe Targi Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gumy w Kielcach od trzech dekad należą do najważniejszych wydarzeń branżowych w Europie i zyskują coraz większe znaczenie na rynku globalnym. 30. edycja, która odbędzie się w Kielcach od 19 do 22 maja br., zapowiada da się jeszcze bardziej międzynarodowo.

Na targi Plastpol do Polski przyjadą przedsiębiorstwa i specjaliści z wielu stron świata – od Ameryki Północnej, przez Europę i Azję, po kraje arabskie.

Targi Plastpol przeszły imponującą drogę – z lokalnej wystawy lat 90. do jednej z najważniejszych platform technologicznych i biznesowych w Europie. Targi gromadzą ok. 600 firm z ponad 30 państw, w tym Niemiec, Austrii, Włoch, Turcji, Chin, Indii, Arabii Saudyjskiej czy Stanów Zjednoczonych. Zwiedzający przyjeżdżają z 50 krajów, traktując Plastpol jako kluczowy punkt na mapie wydarzeń branżowych.

Odwiedzający targi mogą liczyć na prezentację m.in. nowatorskich wtryskarek, wytłaczarek i rodmuchiwarek, linii do recyklingu i systemów automatyzacji, zautomatyzowanych stanowisk produkcyjnych i robotów wspierających różne procesy. Ważne miejsca zajmą surowce – granulaty, regranulaty, barwniki i inne dodatki.



źródło: Targi Kielce

Emerson „Firmą roku w dziedzinie Przemysłowego Internetu Rzeczy”

Firma – Firma Emerson została wybrana „Firmą roku 2026 w dziedzinie Przemysłowego Internetu Rzeczy” podczas 10. corocznej gali IoT Breakthrough Awards. Dzięki przejściu firmy Aspen Technology w 2025 r. firma Emerson stała się globalnym liderem w dziedzinie automatyki.

Dysponując najbardziej kompletnym w branży zestawem technologii Industrial IoT, firma Emerson wspiera kluczowe dla funkcjonowania globalnej gospodarki sektory, w tym energetykę, LNG, life sciences, przemysł chemiczny, lotniczy oraz półprzewodnikowy, umożliwiając im działanie z większą szybkością, bezpieczeństwem i niezawodnością.

Firma wyznacza też kierunek rozwoju automatyki dzięki nowej, opartej na oprogramowaniu i danych platformie automatyki, która zapewnia płynną modernizację, przyspiesza wdrażanie nowych technologii oraz optymalizacji wspieranych sztuczną inteligencją, a także otwiera drogę do autonomicznych operacji.



źródło: Emerson

Zbliża się kolejna edycja targów SUBCONTRACTING

Targi – W dniach 26–29 maja br. na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich odbędzie się kolejna edycja Targów Kooperacji Przemysłowej i Outsourcingu SUBCONTRACTING.

To wydarzenie skierowane do zleceniodawców przemysłowych, podwykonawców oraz firm rozwijających współpracę w łańcuchach dostaw. Targi są częścią bloku ITM Industry Europe. Odbędą się równolegle z ekspozycją ITM, Europejskich Targów Nauki oraz Modernlog, tworząc jedno z najważniejszych miejsc spotkań przemysłu w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej.

SUBCONTRACTING od lat pełni rolę praktycznej platformy kooperacji dla firm poszukujących nowych kontraktów, partnerów technologicznych i sprawdzonych wykonawców. Organizatorzy podkreślają, że wydarzenie koncentruje się na bezpośrednich relacjach biznesowych, prezentacji potencjału produkcyjnego oraz budowaniu długofalowych partnerstw, które odpowiadają na aktualne potrzeby nowoczesnego przemysłu. Ważnym elementem programu będą również SUBCONTRACTING MEETINGS, czyli spotkania matchmakingowe zaplanowane na 27 i 28 maja.

Tegoroczna edycja odbędzie się pod hasłem współpracy, rozwoju i wzmacniania odporności łańcuchów dostaw. W obecnych czasach coraz większego znaczenia nabierają nie tylko cena i terminowość, ale także stabilność współpracy, bezpieczeństwo dostaw i kompetencje partnerów produkcyjnych. Targi SUBCONTRACTING odpowiadają na te wyzwania, tworząc przestrzeń do rozmów między producentami, dostawcami komponentów i usług dla przemysłu oraz partnerami technologicznymi.



źródło: MTP

Trzy firmy nominowane do nagrody HERMES

Targi – Niezależne jury, złożone z wybitnych ekspertów ze świata polityki, biznesu, badań i mediów, pod przewodnictwem Holgera Hanselki, prezesa Instytutu Fraunhofera, spośród licznych zgłoszeń nominowało trzy firmy do nagrody HERMES.

Nagroda HERMES to jedna z najbardziej prestiżowych nagród branżowych na świecie, przyznawana corocznie podczas targów Hannover Messe za wybitne osiągnięcia w dziedzinie innowacji. Wyróżniane są produkty i rozwiązania o szczególnie wysokim stopniu innowacyjności technologicznej. Gotowość rynkowa i opłacalność ekonomiczna odgrywają również kluczową rolę w procesie przyznawania nagród.

Nominowany projekt firmy Festo obejmuje wysoce zintegrowane rozdzielacze, czyli wielowarstwowe plastikowe płyty rozdzielcze, które sterują, dozują, mieszają i monitorują ciecze. W porównaniu z konwencjonalnymi płytami

kanalowymi, które pełnią głównie pasywne funkcje dystrybucyjne, rozdzielacz Festo integruje funkcje aktywne w bardzo kompaktowej konstrukcji.

Wśród nominowanych rozwiązań znalazła się również platforma firmy Schaeffler dla wysoce zintegrowanych siłowników, zaprojektowanych specjalnie do zastosowania w przegubach robotów humanoidalnych. Platforma składa się z wysoce wydajnych serwośników ze zintegrowaną elektroniką mocy i enkoderami i może być konfigurowana z dwustopniowymi przekładniami planetarnymi lub falowymi, w zależności od wymagań klienta.

Firma Ziehl-Abegg została natomiast nominowana za elektryczny silnik synchroniczny do wind, który działa bez magnesów ziem rzadkich, zapewniając jednocześnie niezmiennie wysoką wydajność. Nowy silnik do wind wykorzystuje magnesy ferrytowe i całkowicie eliminuje potrzebę stosowania kluczo-



źródło: Deutsche Messe

wych surowców, takich jak neodym czy dysproz, które wcześniej uważano za niezbędne w napędach o wysokiej wydajności ze względu na ich wysoką gęstość mocy.

Zwycięzca zostanie ogłoszony podczas oficjalnej ceremonii otwarcia targów Hannover Messe 19 kwietnia 2026 r. Nagrodę wręczy Dorothee Bär, Federalna Minister Badań Naukowych, Technologii i Przestrzeni Kosmicznej.

DiG
SERWIS MASZYN

SERWIS MASZYN

DO PLASTYCZNEJ OBRÓBKI METALI

- ✓ Serwis gwarancyjny i pogwarancyjny
- ✓ Doświadczony zespół ekspertów
- ✓ Serwis maszyn różnych producentów
- ✓ Przeglądy okresowe i naprawy awaryjne

UMÓW SERWIS

- ☎ +48 32 720 35 40
- ✉ kontakt@switala.pl
- 🌐 switala.pl





źródło: Adobe Stock - vladdeep

Rynek cobotów – globalny boom, europejskie spowolnienie i polska luka robotyzacyjna



PARTNERZY
RAPORTU:

CLOOS
Polska

DEMATEC
CNC

W 2024 r. na całym świecie zainstalowano ponad 64 500 robotów współpracujących – o 13% więcej niż rok wcześniej. Po raz pierwszy w historii coboty przekroczyły próg 12% udziału w całości globalnych instalacji robotów przemysłowych. Liczba ta jest ważniejsza niż jakikolwiek slogan technologiczny: roboty przestają być domeną wielkich korporacji z sektora motoryzacyjnego i elektroniki. Stają się narzędziem dostępnym dla firm każdej wielkości – pod warunkiem, że zostaną przełamane bariery strukturalne, finansowe i kompetencyjne, wciąż hamujące rozwój rynku w wielu krajach.

Paweł Kruk

Na tle globalnego przyspieszenia polski przemysł prezentuje obraz pełen paradoksów. Polska zainstalowała w 2024 r. zaledwie 2 344 nowych robotów przemysłowych – o 13% mniej niż rok wcześniej, notując trzeci z rzędu rok spadku po rekordowym 2021 r. Gęstość robotyzacji wynosi 81 jednostek na 10 000 pracowników przemysłowych – niemal dwukrotnie mniej niż średnia europejska i ponad dwukrotnie mniej niż średnia globalna. Jednocześnie tempo wzrostu gęstości robotyzacji w Polsce w latach 2020–2024 wyniosło 56% – to najwyższy wynik w Europie Środkowo-Wschodniej.

Jak na tym tle wygląda segment robotów współpracujących, zwanych popularnie cobotami (od collaborative robot)? Szacunki rynkowe wskazują, że coboty stanowią zaledwie 5–7% nowych instalacji robotów w Polsce, podczas gdy globalnie ich udział przekroczył 12%. Jednak z roku na rok ich udział w ogólnej sprzedaży systematycznie rośnie.

Niniejszy raport analizuje, co stoi dziś za globalnym boomem na coboty, jaką pozycję zajmuje Europa i Polska – oraz jakie decyzje inwestycyjne wyznaczają granicę między firmami, które zachowują konkurencyjność, a tymi, które ją tracą.

COBOT – DEFINICJA, ANATOMIA, ZASTOSOWANIA

Robot współpracujący to urządzenie zaprojektowane do pracy w przestrzeni wspólnej z człowiekiem, bez konieczności fizycznego oddzielenia ich barierami ochronnymi. Definicję techniczno-prawną określają normy ISO 10218-1 i ISO 10218-2 dotyczące bezpieczeństwa robotów przemysłowych, uzupełnione przez specyfikację techniczną ISO/TS 15066, precyzującą warunki bezpiecznej współpracy.

Norma ISO/TS 15066 definiuje cztery dopuszczalne tryby współpracy człowieka z robotem: monitorowanie prędkości i separacji (robot spowalnia lub zatrzymuje się, gdy człowiek zbliża się na określoną odległość), ograniczenie mocy i siły (robot działa z obniżonymi parametrami, a zetknięcie z człowiekiem jest dopuszczalne bez ryzyka urazu), prowadzenie ręką (operator bezpośrednio prowadzi ramię robota w celu zaprogramowania trajektorii) oraz zatrzymanie z monitorowaniem bezpieczeństwa (robot natychmiast wstrzymuje ruch po wykryciu obecności człowieka w strefie).

Kluczowe różnice między cobotem a tradycyjnym robotem przemysłowym wykraczają daleko poza kwestię bezpieczeństwa. Coboty nie wymagają budowania klatek i ogrodzeń ochronnych, co radykalnie obniża koszty wdrożenia i ogranicza zajmowaną powierzchnię produkcyjną. Programowanie jest proste i intuicyjne, może odbywać się np. przez demonstrację ruchów – operator fizycznie prowadzi ramię robota, a urządzenie zapamiętuje trajektorię. Mobilność cobota pozwala na przenoszenie go między stanowiskami bez długotrwałego uruchamiania. Czas od rozpakowania do pierwszego uruchomienia liczy się w godzinach lub dniach, a nie tygodniach. Te cechy czynią coboty szcze-

Tabela 1: Cobot vs robot tradycyjny – porównanie kluczowych parametrów wdrożenia

PARAMETR	COBOT	ROBOT TRADYCYJNY
Koszt wdrożenia (sprzęt+integracja)	25 000–80 000 USD	50 000–200 000 USD (+ infrastruktura bezpieczeństwa)
Czas uruchomienia (od dostawy do produkcji)	Kilka godzin do kilku dni	Kilka dni do kilku tygodni
Wymogi bezpieczeństwa	Praca bez barier fizycznych (wg ISO/TS 15066)	Obowiązkowe wygradzenia i klatki bezpieczeństwa
Programowanie	Prowadzenie ręczne, bez znajomości kodu	Specjalistyczny język robotyczny, wymagany programista
Elastyczność	Szybkie przebrojenie, łatwa zmiana stanowiska	Czasochłonna rekonfiguracja, często stałe mocowanie
Typowy udźwig	Do 35 kg (dominuje segment do 5 kg)	Od kilku do kilkuset kg (szeroki zakres)
Dostępność dla MŚP	Wysoka (niski próg wejścia, dostępny model RaaS)	Niska (wysoki CAPEX, wymagane kompetencje techniczne)
Typowy ROI	6–18 miesięcy (proste aplikacje)	2–4 lata (złożone systemy automatyzacji)

źródło: Opracowanie własne na podstawie: IFR World Robotics 2025, MarketsandMarkets 2025 i Grand View Research 2025

gólnie atrakcyjnymi dla produkcji małoseryjnej i wieloasortymentowej, gdzie częste przebrojenia są normą.

Wśród najczęstszych zastosowań przemysłowych znajdują się: obsługa maszyn CNC, montaż i demontaż podzespołów, spawanie precyzyjne, paletyzacja i pakowanie, inspekcja jakości z wizją maszynową, dozowanie klejów i uszczelniaczy oraz testy i kontrola szczelności.

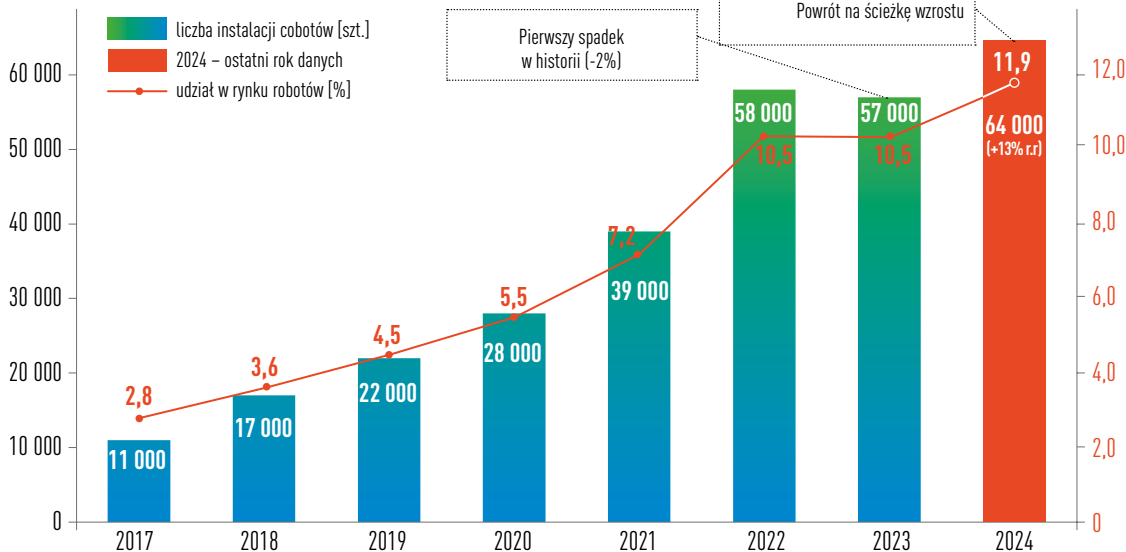
Pod względem ładowności dominuje segment do 5 kg, odpowiadający za 57,5% wartości rynku w 2024 r. Najszybciej rosnącym segmentem jest przedział powyżej 10 kg z prognozowanym rocznym wskaźnikiem wzrostu wartości (CAGR) na poziomie 24,3% do 2033 r. – napędzanym przez przemysł ciężki, motoryzację i intralogistykę (źródło: Grand View Research 2025).

GLOBALNY RYNEK COBOTÓW – OD 11 DO 64 TYSIĘCY W SIEDEM LAT

Żaden segment robotyki przemysłowej nie rósł w ostatniej dekadzie tak konsekwentnie jak coboty. Według danych Międzynarodowej Federacji Robotyki (IFR) w 2017 r. – pierwszym, w którym IFR prowadził osobną statystykę dla cobotów – zainstalowano na świecie nieco ponad 11 000 takich urządzeń. Stanowiło to wówczas zaledwie 2,8% wszystkich nowych instalacji robotów przemysłowych. W 2023 r. liczba ta wyniosła już 57 000 sztuk (10,5% udziału), a w 2024 r. przekroczyła 64 500 sztuk, przy udziale bliskim 12%. Łącznie od 2017 r. zainstalowano na świecie ponad 233 000 cobotów.

Choć mówimy o wzrostach w tym segmencie, trzeba wspomnieć, że 2023 r. przyniósł chwilowe wyhamowanie – instalacje cobotów spadły o ok. 2% w porównaniu z 2022 r. Był to jednocześnie pierwszy w historii

Wykres 1: Instalacje cobotów na świecie w latach 2017–2024 i ich udział w całości instalacji robotów przemysłowych [sztuk – oś lewa; % – oś prawa]



źródło: Opracowanie własne MM Magazyn Przemysłowy na podstawie IFR World Robotics 2025

rok ze spadkiem w tej kategorii. Jednak 2024 r. pokazał, że segment cobotów powrócił na ścieżkę wzrostową, notując wzrost o 13% rok do roku, podczas gdy instalacje tradycyjnych robotów przemysłowych utrzymały się na praktycznie niezmiennym poziomie (542 000 sztuk globalnie). Coboty systematycznie zwiększają swój udział w całym rynku (źródło: IFR World Robotics 2025).

UWAGA METODOLOGICZNA: DLACZEGO DANE RYNKOWE TAK SIĘ RÓŻNIĄ?

Analizując raporty branżowe, można napotkać istotne rozbieżności w wycenieniu rynku cobotów. MarketsandMarkets szacuje wartość globalnego rynku na 1,26 mld dolarów w 2024 r. i prognozuje wzrost do 3,38 mld dolarów w 2030 r. przy CAGR 18,9%. ABI Research podaje CAGR na poziomie 27,5% i wartość rynku przekraczającą 7 mld dolarów do 2030 r. Inne firmy badawcze operują jeszcze wyższymi wartościami, włączając w zakres rynku systemy integracji, oprogramowanie i usługi. Najbardziej porównywalne i metodologicznie spójne w czasie pozostają dane IFR, oparte na bezpośrednich zgłoszeniach od producentów – to na nich głównie opiera się niniejszy raport.

KTO KUPIJE COBOTY I DO CZEGO?

Odbiorcą numer jeden cobotów pozostaje sektor motoryzacyjny, odpowiadający za ok. 32% udziału rynkowego. Producenci samochodów i podzespołów chętnie sięgają po coboty do montażu finalnego, inspekcji jakości i polerowania karoserii – zadań wymagających precyzji i elastyczności, trudnych do zrealizowania tradycyjną automatyzacją. Elektronika plasuje się na drugim miejscu (26% instalacji). Coboty obsługują delikatne komponenty i procesy inspekcji wizualnej układów scalonych. Metale i obróbka skrawaniem odpowiadają za ok. 18% rynku, a przemysł spożywczy i napojowy – za 8%.

Pod względem aplikacji zdecydowanie dominuje obsługa materiałów – operacje pick-and-place, transfer elementów i zasilanie maszyn stanowią aż 68% wszystkich instalacji w tym obszarze. Coboty do spawania odpowiadają natomiast za 12% nowych instalacji. Szczególnie dynamicznie rośnie zainteresowanie paletyzacją w logistyce i e-commerce, gdzie coboty zintegrowane z platformami mobilnymi AMR tworzą elastyczne stanowiska paletyzacyjne, przemieszczające się między różnymi punktami zakładu (źródło: IFR; Grand View Research 2025).

Pod względem geograficznym Azja i Pacyfik odpowiadały za 41,7% globalnego popytu na coboty w 2025 r. Europa – za ok. 25%, a Ameryka Północna – za ok. 20% (źródło: MarketsandMarkets 2025).

Chiny, które są liderem pod względem liczby instalacji robotów przemysłowych wszystkich typów (54% globalnych instalacji), dominują również w segmencie cobotów. Nie dziwi to, gdyż rząd w Pekinie przyjął

PARTNERZY RAPORTU:

CLOOS
Polska

DEMATEC
CNC

MM INFO

Globalny rynek cobotów – 5 kluczowych liczb

64 500 szt.	liczba cobotów zainstalowanych globalnie w 2024 r. (+13% rok do roku)
11,9%	udział cobotów w całości instalacji robotów przemysłowych w 2024 r. (wobec 2,8% w 2017 r.)
233 000+ szt.	łącznie liczba cobotów zainstalowanych na świecie od 2017 r.
18,9–27,5%	prognozowany CAGR rynku cobotów do 2030 r.
41,7%	udział Azji i Pacyfiku w globalnym rynku cobotów w 2025 r.

źródło: IFR World Robotics 2025; MarketsandMarkets 2025; ABI Research 2025

5-letnią strategię dla sektora robotyki, która zakłada 20-procentowy roczny wzrost (źródło: IFR World Robotics 2025; futuremarketinsights.com 2025).

EUROPA – MIĘDZY AMBICJĄ A SPOWOLNIENIEM

Europa jest jednym z trzech głównych rynków robotyki przemysłowej na świecie oraz centrum regulacyjnym i standaryzacyjnym dla technologii cobotów. Europejski rynek cobotów osiągnął w 2025 r. wartość około 731 mln dolarów, tj. 24,8% globalnego rynku (źródło: Grand View Research / Horizon Databook 2025). Prognozy wzrostu dla tego segmentu wynoszą od 14,4 do 23,3% CAGR w latach 2025–2033, w zależności od przyjętej metodologii (źródło: MarketsandMarkets 2025; Grand View Research 2025).

Dane IFR za 2024 r. ujawniają jednak niepokojący trend: Europa zainstalowała łącznie 85 000 robotów przemysłowych – o 8,6% mniej niż rok wcześniej. W wielu zachodnioeuropejskich gospodarkach inwestycje w robotykę wyraźnie wyhamowały. Francja zanotowała spadek instalacji robotów o 23,8%, Wielka Brytania – aż o 35,3%, Włochy – o 15,7%. Nawet Niemcy, lokomotywa europejskiej automatyzacji, odnotowały spadek o 4,8% (źródło: IFR World Robotics 2025). Wprawdzie brakuje szczegółowych danych, ale można

MM Komentarz



Tomasz Jastrzębski

Dyrektor ds. sprzedaży
CLOOS-Polska

Wybór między cobotem a robotem przemysłowym zawsze poprzedzamy szczegółową analizą procesu, organizacji produkcji i realnych potrzeb klienta. Kluczowe są rodzaj spawanego detalu, wielkość serii, wymagana wydajność i powtarzalność. Coboty rekomendujemy tam, gdzie liczy się elastyczność, szybkie wdrożenie i możliwość łatwego dostosowania do zmiennych zadań – szczególnie przy ograniczonym doświadczeniu w automatyzacji. Systemy zrobotyzowane sprawdzają się w bardziej wymagających aplikacjach: produkcji seryjnej, wysokiej wydajności lub spawaniu wielkogabarytowym. W obu przypadkach istotne są też budżet, dostępna przestrzeń i kompetencje zespołu.

przyjąć, że analogiczne spadki objęły również kategorię cobotów. W lutym 2025 r. Związek Przemysłu Maszynowego i Budowy Urządzeń Niemiec (VDMA) wydał komunikat wzywający do pilnych działań wobec postępującego spadku globalnej konkurencyjności europejskiego przemysłu w robotyce i automatyzacji.



CLOOS
Polska

COBOT SPAWALNICZY

Robot spawający ramię
w ramię z człowiekiem



Prosta obsługa
i intuicyjny
interfejs



Łatwy
system
programowania



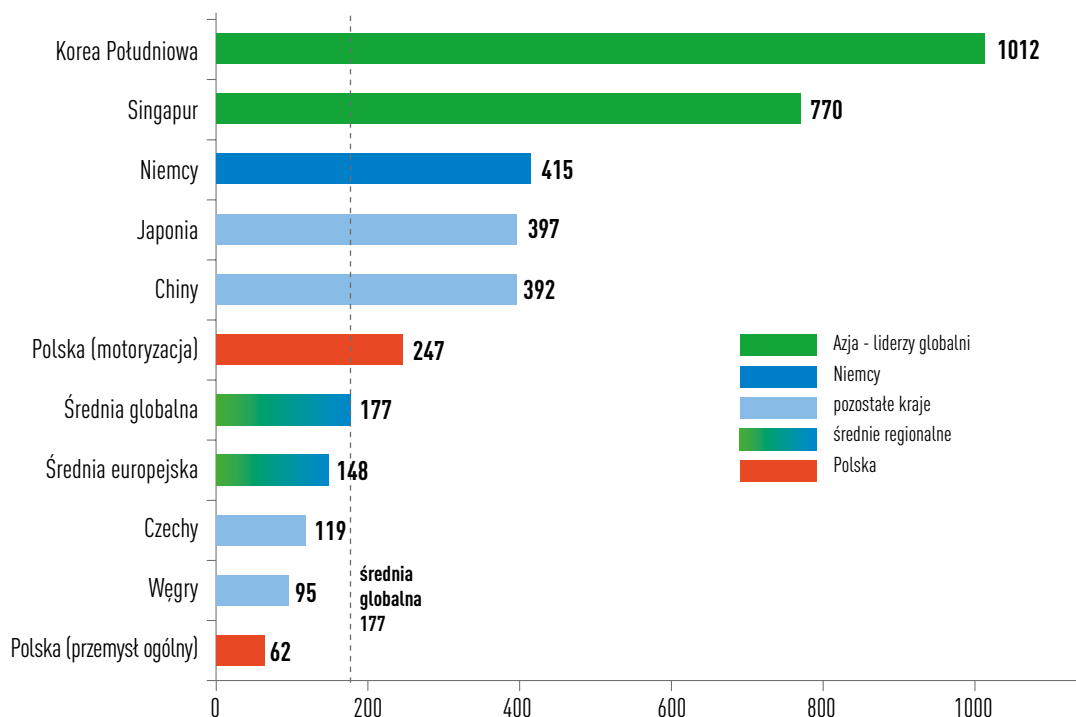
Spawanie serii
i pojedynczych
detali



Szybkie
wdrożenie do
istniejącej
produkcji

Wykres 2. Gęstość robotyzacji przemysłu wytwórczego – porównanie regionalne i krajowe [2024]

[Liczba robotów przemysłowych na 10 000 pracowników przemysłowych]



źródło: Opracowanie własne MM Magazyn Przemysłowy na podstawie IFR World Robotics 2025

NIEMCY: NIEKWESTIONOWANY LIDER EUROPEJSKI

Niezależnie od chwilowego wyhamowania Niemcy pozostają dominującą siłą na europejskim rynku cobotów – kraj ten odpowiada za 33% udziału w tym segmencie (źródło: MarketsandMarkets 2025). Siłą napędową są producenci motoryzacyjni i elektroniczni, którzy korzystają z cobotów do precyzyjnych zadań montażowych i inspekcyjnych, szczególnie przy produkcji pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Według danych VDMA już 75% niemieckich firm stosuje zaawansowane technologie wytwórcze, w tym m.in. coboty (źródło: MarketsandMarkets – Collaborative Robots in Germany 2025).

EUROPA ŚRODKOWA – NOWE CENTRUM WZROSTU

Na tle spowolnienia w Europie Zachodniej wyróżnia się region Europy Środkowej. Węgry zanotowały wzrost nowych instalacji robotów o 31% w 2023 r. (źródło: IFR World Robotics 2024). Polska, mimo ogólnego spadku wolumenu instalacji, odnotowała najszybszy wzrost gęstości robotyzacji spośród wszystkich krajów Grupy Wyszehradzkiej w latach 2020–2024. Rosnąca rola regionu CEE jako centrum produkcji dla europejskich łańcuchów dostaw w motoryzacji i elektronice sprzyja dalszym inwestycjom w automatyzację, w tym również w coboty. Nowi gracze – tacy jak np. chiński Dobot Robotics, który otworzył biuro regionalne w Niemczech – aktywnie kierują swoją ekspansję właśnie na ten rynek (źródło: marketsandata.com 2025).

REGULACJE JAKO KATALIZATOR I WYZWANIE JEDNOCZEŚNIE

Europa nie jest wyłącznie rynkiem zbytu – jest też centrum regulacyjnym dla globalnej robotyki. Strategia Przemysłu 5.0 Komisji Europejskiej kładzie nacisk na współpracę człowieka z maszyną jako fundament przyszłości produkcji, co bezpośrednio faworyzuje coboty wobec tradycyjnych rozwiązań (źródło: Komisja Europejska; marketsandata.com 2025).

Rozporządzenie AI Act, wdrażane etapowo w latach 2024–2026, wprowadza nowe wymagania certyfikacyjne dla cobotów wyposażonych w systemy sztucznej inteligencji. To m.in. nowe wymogi przejrzystości algorytmów i bezpieczeństwa systemów autonomicznych. Producenci europejscy postrzegają te regulacje jako szansę – tworzą produkty zgodne z rygorystycznymi normami od etapu projektowania, co buduje przewagę na rynkach globalnych, gdzie regulacje bezpieczeństwa stają się coraz ważniejszym kryterium wyboru dostawcy.

COBOTY W POLSCE – STAN OBECNY I KIERUNKI ROZWOJU

Polska statystyka publiczna nie wyodrębnia cobotów jako osobnej kategorii wśród robotów przemysłowych – GUS nie prowadzi takiej klasyfikacji. Szacunki rynkowe, oparte na danych integratorów i dystrybutorów, wskazują na udział cobotów na poziomie ok. 5–7% nowych instalacji robotów przemysłowych w Polsce. To niemal dwukrotnie mniej niż wynosi aktualnie średnia globalna (11,9%). Luka ta to nie tylko zaległość – to zarazem przestrzeń do zagospodarowania.

PARTNERZY RAPORTU:

CLOOS
Polska

DEMATEC
CNC

MM Komentarz

Obserwacje praktyków z rynku potwierdzają, że za tą luką stoją konkretne mity i nieporozumienia. **Tomasz Kielar**, manager ds. cobotów i automatyzacji w **Dematec Polska**, podkreśla, że różnica między polskim a globalnym poziomem wdrożeń cobotów wynika z kilku czynników.

– Jednym z nich jest przekonanie, że cobot – jako mniejsze urządzenie – jest zbyt delikatny na trudy produkcji. To nieprawda: nasze wdrożenia pokazują, że coboty pracują bez problemów po 20 godzin dziennie, 5–6 dni w tygodniu. Inną barierą jest kwestia udźwigu. W zdecydowanej większości przypadków klienci mają do obróbki elementy znacznie lżejsze niż maksymalny udźwig cobota. Jeden graniczny wagowo detal nie powinien dyskwalifikować całego projektu automatyzacji – ten element można pozostawić operatorowi, a serię lżejszych powierzyć cobotowi – tłumaczy **Tomasz Kielar**.

Strukturę sektorową robotyzacji w Polsce kształtują trzy branże: motoryzacja (32% nowych instalacji robotów), przemysł metalowy (15%) oraz tworzywa sztuczne i chemia (13%). W 2024 r. najdynamiczniej rosła motoryzacja (+140% instalacji nowych robotów), przemysł drzewny i meblarski (+63%) oraz farmacja i kosmetyki (+16%) (źródło: IFR World Robotics 2025). W 2025 r. wyraźny wzrost popytu na coboty nastąpił w sektorach tworzyw sztucznych, metalowym i spożywczym (źródło: Universal Robots – podsumowanie roku 2025).



Tomasz Kielar
Manager ds. cobotów
i automatyzacji
Dematec Polska
(dystrybutor cobotów Doosan)

Wdrożenie cobota do obsługi CNC zaczyna się od identyfikacji wąskiego gardła – najczęściej jest nim ręczny załadunek i rozładunek detali: powtarzalny, czasochłonny i nieprzynoszący wartości dodanej. Kolejny krok to audyt procesu – analiza czasów cyklu, powtarzalności produkcji i możliwości integracji z istniejącą maszyną, na podstawie której dobiera się model cobota i chwytak. Stanowisko projektuje się tak, żeby cobot współpracował z obrabiarką bez konieczności dużych zmian w infrastrukturze – to jedna z kluczowych przewag nad tradycyjną robotyką. Programowanie sekwencji ruchów w rozwiązaniach Doosan jest intuicyjne i szybkie. Efekt końcowy: operator przejmuje rolę nadzorczą, a zakład zyskuje ciągłość i wyższą wydajność produkcji.

Wśród najczęściej instalowanych aplikacji cobotów w Polsce dominują: obsługa wtryskarek i maszyn CNC (automatyczne zasilanie i odbiór detali), paletyzacja, montaż podzespołów oraz kontrola jakości z wizją maszynową. Rosnące zainteresowanie dotyczy intralogistyki – szczególnie rozwiązań łączących coboty z mobilnymi platformami AMR.

Pracuj szybciej.
Produkuj więcej.
Automatyzuj.

Doosan Robotics



DEMATEC
CNC

Twoja wizja robotyzacji

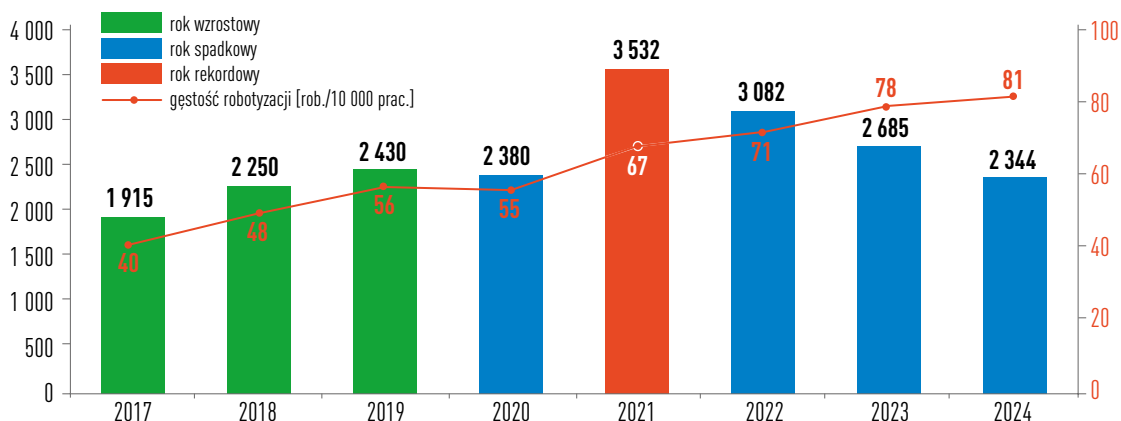
Dematec Niepołomice
ul. Rudolfa Diesla 15
32-005 Niepołomice

Dematec Bydgoszcz
Bydgoski Park Przemysłowo-Technologiczny
ul. Przemysłowców 6A, Hala20
85-862 Bydgoszcz

Tomasz Kielar
Sales manager
Laser & automation department

+48 503 581 998
tkielar@dematec.pl
dematec.pl

Wykres 3: Nowe instalacje robotów przemysłowych w Polsce w latach 2017–2024 [szt.] i gęstość robotyzacji [liczba robotów na 10 000 pracowników]



źródło: Opracowanie własne MM Magazyn Przemysłowy na podstawie: IFR World Robotics 2024/2025; PIE – Robotyzacja w Polsce w 2023 roku, 2024

MM INFO

Główne bariery wdrożeń cobotów w polskich MŚP

- 1. Bariera finansowa:** brak kapitału lub dostępu do korzystnego finansowania na inwestycję.
- 2. Deficyt kompetencji:** niedobór inżynierów robotyki i certyfikowanych integratorów.
- 3. Integracja z systemami dziedzicznymi (legacy systems):** maszyny starszej generacji bez cyfrowych interfejsów komunikacyjnych generują dodatkowe koszty integracji.
- 4. Brak świadomości ROI:** wiele MŚP nie dysponuje narzędziami do rzetelnej kalkulacji zwrotu z inwestycji w robotyzację.
- 5. Opór pracowniczy:** obawy pracowników związane z automatyzacją wymagają aktywnego zarządzania zmianą.
- 6. Rozdrobniona produkcja:** wiele polskich MŚP prowadzi produkcję małoseryjną, gdzie ROI z automatyzacji jest trudniejszy do uzasadnienia bez modelu RaaS.

źródło: Opracowanie własne MM Magazyn Przemysłowy na podstawie PIE – Robotyzacja w Polsce w 2023 roku; PARP 2024.

Jednym z kluczowych czynników przyspieszających zainteresowanie cobotami są rosnące koszty pracy w Polsce. Realne płace w przemyśle rosły systematycznie przez ostatnie lata, a branże, takie jak spożywcza, logistyczna i metalowa, coraz dotkliwiej odczuwają niedobory kadrowe. Coboty są odpowiedzią szczególnie dla segmentu MŚP, który do tej pory korzystał z automatyzacji w ograniczonym zakresie. Perspektywę dalszego wzrostu inwestycji potwierdza dynamika minionych lat: dane OECD wskazują na wzrost nakładów brutto na kapitał trwały o 6,4% w 2024 r. i 4,5% w 2025 r., a skumulowane środki z KPO i funduszy strukturalnych UE powinny dodatkowo wspierać inwestycje w kolejnych latach (źródło: OECD; FAIRP 2024).

TECHNOLOGIE KSZTAŁTUJĄCE PRZYSZŁOŚĆ COBOTÓW

Rynek cobotów nie jest statyczną kategorią produktową. W ciągu ostatnich 24 miesięcy nastąpił szereg przełomów technologicznych, które radykalnie rozszerzają możliwości urządzeń i zmieniają model ich wdrożenia.

Poniżej przedstawiamy najważniejsze trendy, na które menedżerowie produkcji i IT powinni zwrócić uwagę już dziś.

1. Sztuczna inteligencja w cobotach

Integracja uczenia maszynowego z systemami cobotów to najważniejszy trend technologiczny tej dekady w robotyce. AI umożliwia cobotom adaptację do zmiennych warunków bez konieczności reprogramowania: robot analizuje dane z kamer 3D i czujników w czasie rzeczywistym, dostosowując uchwyt, prędkość i trajektorię do konkretnego detalu. W październiku 2024 r. Universal Robots zaprezentował AI Accelerator – gotową platformę sprzętowo-programową dla deweloperów aplikacji AI w cobotach. We wrześniu 2024 r. ABB wprowadził funkcję Ultra Accuracy dla rodziny cobotów GoFa, osiągając precyzję pozycjonowania na poziomie 0,03 mm – ponad dziesięciokrotnie wyższą niż w przypadku standardowych cobotów, co otwiera możliwość ich zastosowania w elektronice, lotnictwie i przemyśle medycznym.

2. Moboty: cobot + AMR = mobilne stanowisko robocze

Integracja cobota z platformą mobilną AMR (Autonomous Mobile Robot) tworzy całkowicie nową kategorię urządzeń – tzw. mobot. Mobilne stanowisko robocze samodzielnie przemieszcza się między punktami produkcji, zasilając maszyny, transportując detale lub asystując operatorom, bez stałego okablowania i mocowania do podłogi. Rozwiązanie zyskuje popularność w zakładach o zmiennym układzie produkcji i w centrach logistycznych (źródło: MarketsandMarkets 2025). W Polsce pierwsze komercyjne wdrożenia mobotów realizowane są przede wszystkim w sektorze motoryzacyjnym i logistycznym.

3. Robotics-as-a-Service (RaaS): robotyzacja bez wysokich nakładów inwestycyjnych

Model subskrypcyjny dla cobotów stanowi odpowiedź sektora na barierę wysokich nakładów inwestycyjnych w segmencie MŚP. Zamiast jednorazowej inwestycji firma płaci miesięczną lub roczną opłatę, która obejmuje

PARTNERZY RAPORTU:

CLOOS
Polska

DEMATEC
CNC

sprzęt, oprogramowanie, serwis i aktualizacje. Dostawcy RaaS przejmują na siebie ryzyko techniczne i finansowe. MarketsandMarkets wskazuje ten model jako jeden z kluczowych motorów wzrostu rynku cobotów do 2030 r. Liczba dostawców oferujących RaaS w Polsce systematycznie rośnie.

4. Fizyczna AI: uczenie przez demonstrację

Nowy paradygmat programowania cobotów opiera się na uczeniu przez obserwację i demonstrację. Operator jednorazowo pokazuje cobotowi czynność do wykonania, a robot buduje na tej podstawie własny model procesu, zdolny do adaptacji w zmiennych warunkach produkcyjnych. Podejście to eliminuje konieczność znajomości języków programowania – cobot staje się narzędziem dostępnym dla doświadczonego operatora produkcyjnego. Physical AI był jednym z głównych tematów targów CES 2026 w Las Vegas, ze szczególnym zaangażowaniem producentów chipów AI i chińskich dostawców robotów (źródło: ABI Research 2025).

5. Segment heavy-payload i ewolucja cenowa

Segment cobotów o udźwigu powyżej 10 kg rośnie najszybciej ze wszystkich kategorii. Grand View Research prognozuje dla niego CAGR 24,3% do 2033 r. Napędzają go zastosowania w spawaniu, obróbce metali ciężkich, obsłudze pras i urządzeń dźwigowych. Równoległe postępuje spadek cen: do 2030 r. przewiduje się obniżenie średniego kosztu systemu cobotowego o 15–20%, głównie pod wpływem konkurencji ze strony chińskich producentów (Han's Robot, JAKA Robotics, Dobot), aktywnie budujących europejską sieć dystrybucji (źródło: Research and Markets 2025).

WYZWANIA I RYZYKA – SPOJRZENIE REALISTYCZNE

Dynamika wzrostu rynku cobotów nie oznacza braku istotnych barier i ryzyk. Firmy, które rozważają wdrożenie robotów współpracujących, powinny uwzględnić pełny obraz możliwości i zagrożeń.

Bariera kompetencyjna to jedno z najpoważniejszych wyzwań polskiego rynku. Niedobór inżynierów robotyki i certyfikowanych integratorów systemów cobotowych ma charakter strukturalny: polskie szkolnictwo zawodowe i wyższe wciąż zbyt wolno reaguje na potrzeby rynku pracy w tym obszarze. Konsekwencją są wydłużone harmonogramy wdrożeń i wyższe koszty integracji, szczególnie dotkliwe dla MŚP (źródło: PIE 2024).

Problemem integracji z istniejącą infrastrukturą dotyka szczególnie małe i średnie zakłady wyposażone w maszyny starszej generacji, pozbawione cyfrowych interfejsów komunikacyjnych. Połączenie cobota ze sterownikiem starszej generacji bywa bardziej kosztowne i czasochłonne niż sam zakup urządzenia.

Wyzwaniem o wymiarze sektorowym jest postępujący niedobór wykwalifikowanych spawaczy. Branża metalowa i konstrukcji stalowych odczuwa ten deficyt szczególnie boleśnie – i właśnie tutaj coboty spawalnicze stają się rozwiązaniem o rosnącej wartości rynkowej. Spawanie odpowiada dziś za 12% globalnych instalacji cobotów i jest jednym z najdynamiczniej rosnących segmentów zastosowań.

Trend ten dostrzegają również polscy specjaliści od automatyzacji spawania. Jak zauważa **Tomasz Jastrzębski**, dyrektor ds. sprzedaży w **CLOOS-Polska**, coraz więcej firm dostrzega zalety cobotów spawalniczych i traktuje automatyzację jako naturalny kierunek rozwoju – szczególnie w obliczu pogłębiającego się niedoboru wykwalifikowanych spawaczy. Choć koszt początkowy bywa barierą, inwestycja stosunkowo szybko się zwraca.

– *Coboty spawalnicze są intuicyjne i łatwe we wdrożeniu – mogą być obsługiwane po krótkim szkoleniu, bez dodatkowych nakładów*

*na systemy bezpieczeństwa ani zatrudniania dedykowanych operatorów. Kluczowym wyzwaniem pozostaje dziś potrzeba dalszej edukacji rynku i przełamывania nieufności wobec zautomatyzowanych rozwiązań spawalniczych – wyjaśnia **Tomasz Jastrzębski**.*

Presja cenowa ze strony azjatyckich producentów staje się coraz bardziej odczuwalna na europejskim rynku. Chińscy i koreańscy dostawcy cobotów rozbudowują europejskie sieci dystrybucji i serwisu, oferując produkty w cenach, które zmuszają liderów rynku do rewizji strategii cenowej. Dla nabywców cobotów jest to korzystne, lecz stwarza ryzyko dla europejskiego ekosystemu producentów i integratorów.

Cykliczność inwestycji to ryzyko systemowe. IFR prognozuje, że po przyspieszeniu rynku w 2025 r. i spodziewanej kontynuacji wzrostu w 2026 r. analitycy nie wykluczają korekty w latach 2026–2027. Firmy, które planują wdrożenia, powinny uwzględnić tę zmienność w harmonogramach projektów i strategiach finansowania (źródło: FAIRP 2024).

Na poziomie regulacyjnym wdrożenie przez Komisję Europejską AI Act generuje nowe wymogi certyfikacyjne dla cobotów wyposażonych w systemy sztucznej inteligencji. Firmy stosujące coboty z elementami AI muszą liczyć się z koniecznością dostosowania dokumentacji technicznej i procesów oceny zgodności do nowych przepisów unijnych.

Wymiar społeczny automatyzacji – obawy pracownicze związane z wdrożeniem cobotów – pozostaje tematem wymagającym aktywnej komunikacji wewnętrznej i programów przekwalifikowania. Doświadczenia z wdrożeń w sektorze motoryzacyjnym wskazują, że skuteczne wdrożenie cobotów niemal zawsze idzie w parze z inwestycją w szkolenia i zmianę ról pracowników, nie z redukcją zatrudnienia.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Globalny rynek cobotów znalazł się w fazie trwałego, potwierdzonego kolejnymi danymi wzrostu. Liczba 64 500 nowych instalacji w 2024 r. i wynoszący już niemal 12% udział w całości rynku robotyki to twarde dowody, że coboty przechodzą z roli ciekawostki technologicznej do roli standardowego wyposażenia nowoczesnego zakładu produkcyjnego każdej wielkości.

Europa pozostaje znaczącym rynkiem, lecz traci udziały w rynku na rzecz Azji – zwłaszcza Chin, które zdominowały globalną robotykę. Zachodnia część naszego kontynentu zanotowała w 2024 r. istotne spadki instalacji, podczas gdy Europa Środkowa – w tym Polska – wykazuje rosnące tempo wzrostu gęstości robotyzacji. Można więc oczekiwać, że również u nas popyt na roboty współpracujące wyraźnie przyspieszy.

Polska stoi dziś przed oknem możliwości, które może jednak zamknąć się szybciej, niż się spodziewamy. Równoległe działanie kilku czynników – rosnące koszty pracy, dostępność instrumentów finansowania unijnego w ramach KPO i programów PARP, spadające ceny cobotów oraz dojrzałość technologii AI i modelu RaaS – tworzy warunki do przyspieszenia robotyzacji, jakich dotąd nie było. Ryzyko jest jasne: bierność inwestycyjna oznacza pogłębianie luki technologicznej wobec liderów europejskich i utratę pozycji w globalnych łańcuchach dostaw, w których automatyzacja przestaje być przewagą, a staje się warunkiem uczestnictwa.

Do 2030 r. coboty przestaną być niszą. Pytanie, które powinny sobie zadać polskie firmy przemysłowe, nie brzmi dziś „czy wdrożyć cobota”, ale „jak szybko i od czego zacząć”.

WYCINARKI LASEROWE

Co naprawdę decyduje o wydajności, kosztach i opłacalności wycinarek laserowych fiber?

Jeszcze dwie dekady temu laser CO₂ był synonimem nowoczesnego cięcia blach. Dziś ustąpił miejsca technologii fiber. Wycinarki laserowe fiber stały się rynkowym standardem w obróbce blach praktycznie we wszystkich branżach przemysłowych – od motoryzacji, przez elektronikę, po architekturę i meblarstwo. Nie każdy jednak, kto inwestuje w wycinarkę laserową typu fiber, rozumie, co naprawdę decyduje o jej efektywności. I czy zawsze decydującym czynnikiem jest moc lasera?

Wojciech Traczyk



źródło: Adobe Stock – Pixel B

Wprawdzie na rynku dostępne są różne maszyny do cięcia, jednak niewątpliwie w ostatnich kilku latach najbardziej dynamicznie rozwija się segment laserów światłowodowych (fiber).

| Dlaczego laser fiber został standardem rynkowym?

Lasery światłowodowe zaczęły wypierać technologie CO₂ w momencie, gdy kombinacja ich sprawności energetycznej, jakości wiązki i kosztów eksploatacyjnych

osiągnęła punkt, przy którym całkowity koszt posiadania maszyny fiber był po prostu niższy. Laser CO₂ ma sprawność elektrooptyczną na poziomie 10–15%. Fiber osiąga 30–40%. Rozbudowane układy chłodzenia, wymagające regularnej wymiany gazów laserowych, skomplikowana optyka przenosząca wiązkę przez serie lusterek – wszystko to zniknęło, ustępując miejsca prostszej i trwalszej konstrukcji.

Laser fiber generuje ponadto wiązkę światła o krótszej długości fali (ok. 1 μm wobec 10 μm dla CO₂), która jest lepiej absorbowana przez metale. W praktyce

oznacza to szybsze cięcie cienkich i średnich materiałów, gładszą krawędź cięcia i mniejszą strefę wpływu ciepła. A ponieważ wiązka jest prowadzona przez światłowód, nie traci jakości na długich odcinkach – nie wymaga regulacji ani czyszczenia układu optycznego.

Dla rynku i klientów oznacza to: krótszy serwis, wyższą dostępność maszyny i niskie koszty obsługi. Lasery fiber trafiły w potrzeby producentów, którzy chcą ciąć szybciej, taniej i ze stabilną jakością na każdym arkuszu.

Według **Marcina Czajora**, szefa sprzedaży na Polskę w **Eagle Lasers**, laser fiber to bezkonkurencyjny wybór wszędzie tam, gdzie kluczowa jest wydajność, precyzja i niski koszt jednostkowy.

– W Eagle oferujemy stabilny proces dla mocy 40 kW, co pozwala realizować szybkie, dokładne cięcie blach w zakresie od 1 do 60 mm. To rozwiązanie stworzone dla procesów wymagających najwyższych prędkości cięcia, powtarzalności i stabilnej jakości detali przy każdym arkuszu. Właśnie dlatego laser fiber idealnie wpisuje się w środowiska zautomatyzowane i pracę w trybie ciągłym, gdzie liczy się każda sekunda. Przy dużych seriach pozwala to radykalnie obniżyć koszt jednostkowy, jednocześnie maksymalizując przepustowość – wyjaśnia **Marcin Czajor**.

Warto też odnotować, że postęp w tej technologii nie zwalnia. Wręcz przeciwnie – możliwości laserów fiber wyraźnie wzrosły. Jak wyjaśnia **Artur Majchrzak**, prezes firmy **Uni-Kat**, najnowsze źródła laserowe oferują znaczące ulepszenia głównie dzięki znacznemu wzrostowi mocy. Powszechnie stosuje się moce do 20 kW, a coraz częściej nawet powyżej 100 kW. Przy takich mocach możliwa stała się obróbka materiałów trudnych do cięcia laserowego – miedzi i jej stopów czy aluminium o grubościach zarezerwowanych dotychczas dla abrazyjnego cięcia waterjet (powyżej 60 mm). Znacząco wzrósł również zakres cięcia stali konstrukcyjnej i nierdzewnej, osiągając grubości zarezerwowane wcześniej dla cięcia plazmowego (powyżej 100 mm).

| Wyższa moc – to zawsze krótszy czas cięcia?

To pytanie, które zadaje każdy kupujący laser. Intuicja podpowiada: więcej kilowatów to szybsze cięcie. Rzeczywistość jest bardziej złożona, a pomyłki w tym rozumowaniu kosztują realne pieniądze.

Rafał Lisowski, Area Sales Manager w **TRUMPF Polska**, wskazuje na kluczową zależność: – *Lasery fiber powinny być zawsze dobierane do potrzeb klienta. Dotyczy to przede wszystkim mocy rezonatora. Przy cięciu grubszych materiałów zwiększenie mocy pozwala na znaczne skrócenie czasu obróbki: wyższa moc to krótsze czasy wpażeń i wyższa prędkość samego procesu. Natomiast przy obróbce blach cienkich zbyt duża moc nie daje już realnego przyspieszenia procesu cięcia. Ograniczeniem jest bowiem dynamika samej maszyny lub stabilność procesu (zbyt duża ilość energii na powierzchni materiału). W takim przypadku niższa moc maszyny pozwoli uzyskać porównywalne rezultaty czasowe.*

Innymi słowy: przy cięciu cienkiej blachy (rzędu 1–3 mm) moc nie jest wąskim gardłem – jest nim dynamika osi i możliwości przyspieszenia maszyny. Wycinarka fiber o mocy 6 kW i wycinarka o 15 kW tną arkusz 2 mm ze zbliżoną produktywnością – o ile dynamika jest porównywalna. Inaczej wygląda to przy blachach grubszych: tu, zwłaszcza w przypadku stali nierdzewnej i specjalnych stopów, wyższa moc bezpośrednio przekłada się na możliwość szybszego cięcia.

Artur Majchrzak podkreśla jeszcze ekonomiczny aspekt tej zależności: – *Zwiększenie mocy źródła wprawdzie zwiększa koszty inwestycji, jednak w większości przypadków jest bardziej opłacalne niż stosowanie laserów małej mocy. Po pierwsze, koszty robocizny: korzystając z lasera dużej mocy, możemy znacząco zwiększyć efektywność pracy, a co za tym idzie obniżyć udział kosztów pracy w wykonaniu pojedynczej sztuki detalu. Po drugie, koszty gazów tnących: gaz tnący – azot – jest głównym kosztem podczas cięcia cienkich materiałów i stali nierdzewnej.*

I dodaje, że stosując duże moce laserów, wydychujemy identyczną ilość gazu co podczas cięcia laserem małej mocy, ale wycinamy znacznie więcej – w praktyce dwukrotne zwiększenie mocy lasera obniża koszty cięcia niemal o połowę.

Powyższa zależność jest podstawą zrozumienia rachunku ekonomicznego cięcia laserem: to nie sam czas cięcia decyduje o opłacalności, lecz koszt zużycia gazu podzielony przez liczbę wyprodukowanych detali. Moc jest tutaj mnożnikiem wydajności – i przy dobrym doborze do materiału pozwala wyraźnie poprawić ten współczynnik.

| Co naprawdę decyduje o wydajności – moc czy synergia?

Gdy pytamy o wydajność wycinarki laserowej, większość rozmówców zaczyna od mocy źródła. Tak naprawdę moc to tylko jeden z wielu czynników, które razem wpływają na wydajność maszyny.

Piotr Lipiński, menadżer sprzedaży w **Polskiej Grupie CNC**, doprecyzowuje: – *Na pierwszy rzut oka skupiamy się na mocy lasera, prędkościach ruchu bramy i przyspieszeniach – to ważne parametry, ale same w sobie nie decydują o wydajności maszyny. W praktyce kluczowe jest dopasowanie całego rozwiązania do produkcji – nie tylko samej maszyny, ale też wyposażenia peryferyjnego. Odpowiednie pole robocze i dobrze dobrana moc to podstawa, ale również ważny jest sprawny załadunek i rozładunek materiału, który ogranicza przestoje. Duże znaczenie ma też intuicyjne oprogramowanie – szczególnie przy dużej rotacji pracowników. Już na etapie zakupu warto przewidzieć systemy odciągowo-filtracyjne oraz dostarczania gazów, jak generator azotu. Nie można zapominać też o wsparciu i serwisie po uruchomieniu maszyny.*

Podobnego zdania jest **Rafał Lechowski**, specjalista ds. klientów kluczowych w **INTE – Maszyny**. Według niego wydajność wycinarki laserowej to nie tylko moc

MM Eksperti



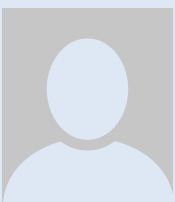
Joanna Jastrzębska
Specjalista ds. marketingu i sprzedaży
CHM Polska



Marcin Czajor
Szef sprzedaży na Polskę
Eagle Lasers



Rafael Eckert
Prezes firmy
Eckert



Rafał Lechowski
Specjalista ds. klientów kluczowych
INTE – Maszyny

źródła, ale precyzyjna synergia kilku elementów. Źródło i optyka są kluczowe dla stabilności mocy oraz jakości wiązki dostarczanej przez zaawansowaną głowicę. Sztynna konstrukcja maszyny i szybkie serwonapędy przekładają się na tempo pracy i dokładność cięcia. Inteligentne sterowanie z algorytmami nestingowymi i korektami parametrów w czasie rzeczywistym optymalizują proces cięcia.

– Jak widać, wydajność lasera fiber wynika z tego, jak dobrze zintegrowane są wszystkie komponenty, co wymaga bogatego doświadczenia producenta maszyny – dodaje **Rafał Lechowski**.

Na szerszy ekosystem produkcyjny zwraca jeszcze uwagę **Rafał Lisowski** i rozwija wątek automatyzacji otoczenia maszyny.

– Jeżeli spojrzymy na proces wycinania z perspektywy dalszej niż to, co dzieje się w samej maszynie, niezwykle ważna jest też automatyzacja. Nowoczesne obrabiarki laserowe mogą pracować jako element większego systemu obróbki blachy. Załadunek, rozładunek, a nawet sortowanie i separacja azuru mogą być w pełni zautomatyzowane – tłumaczy przedstawiciel **TRUMPF Polska**. – Żeby te operacje mogły być realizowane, konieczne jest jednak oprogramowanie, które zapewni pełną transparentność i kontrolę nad przepływem materiału w fabryce. To kombinacja tych wszystkich elementów pozwala odnieść sukces w dynamicznie zmieniającym się świecie obróbki blach.

Również **Rafał Eckert**, prezes firmy **Eckert**, wskazuje na złożoność czynników, które decydują o efektywności procesu cięcia: – Odpowiednio dobrane parametry, ekspresowy serwis i łatwy dostęp do części – to połączenie gwarantujące maksymalną wydajność cięcia. Ta technologia, jak każda, ma wady i zalety. Laser fiber doskonale sprawdza się przy cienkich i średnich materiałach, a w przypadku grubych metali jego potencjał można efektywnie wspierać technologią plazmową, tlenową czy waterjetem. Mimo 15 lat doświadczenia w technologii laserowej rozwijamy wszystkie technologie cięcia, dzięki czemu znamy ich mocne i słabe strony. Wybór zawsze dopasowujemy do potrzeb i możliwości klienta, a nie trendów.

! Kiedy laser fiber nie jest najlepszym wyborem?

Uczciwa analiza wymaga również spojrzenia na ograniczenia. Laser fiber, mimo swojej dominacji rynkowej, nie jest odpowiedzią na każde wyzwanie związane z cięciem blach – i dobry doradca nigdy nie powinien twierdzić inaczej.

Joanna Jastrzębska, specjalista ds. marketingu i sprzedaży w **CHM Polska**, wskazuje kilka obszarów, w których laser fiber nie jest optymalnym wyborem: – Laser fiber nie jest najlepszym wyborem przy cięciu bardzo grubych blach powyżej 100 mm, gdzie bardziej efektywne mogą być technologie plazmowe lub tlenowe ze względu na niższy koszt. Słabiej sprawdza się również przy materiałach silnie odbijających światło, jak miedź czy mosiądz, jeśli nie ma odpowiednich zabezpieczeń.

Przy produkcji jednostkowej o niskiej powtarzalności jego wysoka wydajność nie jest w pełni wykorzystywana. Nie zawsze jest też optymalny przy cięciu materiałów niemetalowych, takich jak drewno czy tworzywa sztuczne.

Przy bardzo grubych materiałach – o grubościach stali powyżej 30–40 mm lub przy cięciu aluminium i miedzi w dużych przekrojach – technologia plazmowa oferuje niższy koszt energii i gazu na metr cięcia. Waterjet z kolei jest jedyną rozsądną opcją przy cięciu materiałów wrażliwych termicznie, w tym kompozytów, szkła i kamienia. Laser fiber ma swoje królestwo – i jest ono rozległe, ale nie nieskończone.

Naturalnie dzięki zwiększaniu mocy lasera możliwa staje się obróbka trudnych do cięcia materiałów, które zarezerwowane były dotychczas dla technologii waterjet. Rozwój technologiczny w obszarze wycinarek laserowych sprawia, że rośnie również zakres możliwości cięcia stali konstrukcyjnej i nierdzewnej. Pokazuje to, że granice możliwości lasera fiber są stale przesuwane – ale nie oznacza to, że inne technologie całkowicie znikną z użytku.

! Koszty eksploatacji: co widać w ofercie, a co kryje się w rachunku?

Zakup wycinarki laserowej fiber to inwestycja wieloletnia. Cena nabycia to często mniej niż połowa całkowitego kosztu posiadania maszyny przez 10 lat. A mimo to większość rozmów handlowych toczy się głównie wokół ceny nabycia i parametrów technicznych. To błąd, który powtarza się zaskakująco często.

Piotr Lipiński zwraca uwagę na złożoność tego problemu: – Myśląc o kosztach eksploatacyjnych, najczęściej mamy na myśli zużycie prądu. W praktyce jednak jednym z największych kosztów zmiennych jest gaz – szczególnie azot. Dochożą do tego materiały i elementy eksploatacyjne: dysze, soczewki, filtry, środki smarne, a także koszty serwisu i utrzymania ruchu. Istotną pozycją są też koszty pracy operatorów, zaplecza technicznego i infrastruktury – odciągów, filtracji, sprężonego powietrza. Ale największe, często niedoszacowane straty generują przestoje i brak optymalizacji procesu.

Według **Rafała Lechowskiego** klienci zazwyczaj na etapie zakupu skupiają się na kosztach energii elektrycznej, serwisu i podstawowych części eksploatacyjnych. Bardzo często pomijają kwestie związane z odpowiednią eksploatacją i konserwacją lasera, w tym ze zużyciem gazów asystujących, a w szczególności azotu, którego zużycie podczas cięcia stali nierdzewnej i aluminium jest znaczące.

W cięciu stali nierdzewnej i aluminium azot jest stosowany jako gaz tnący – zastępuje powietrze lub tlen w strefie cięcia i zapobiega utlenianiu krawędzi. Zużycie azotu jest duże, a jego cena – zwłaszcza przy zakupie w butlach lub cysternach – może stanowić nawet 30–40% całkowitego kosztu cięcia dla cienkich materiałów. Stąd rosnąca popularność generatorów azotu: instalowanych na miejscu, produkujących gaz

z powietrza atmosferycznego. Inwestycja zwróci się przy odpowiednim wolumenie zużycia – warto to więc dokładnie przeliczyć przed zakupem.

– *Ważnym elementem jest też koszt utrzymania filtrowentylacji – wymiana wkładów filtrujących i jej odpowiedni serwis. Warto również zwrócić uwagę na utylizację pyłu z filtrowentylacji, którego koszt również może być znaczny – dodaje przedstawiciel INTE – Maszyny.*

Marcin Czajor zwraca uwagę, że należy wybierać maszyny od podstaw zaprojektowane dla technologii fiber. Fundamentem są korpusy z polimerobetonu, które dzięki tłumieniu drgań i odporności termicznej bezpośrednio obniżają koszty eksploatacji.

– *Kluczowe są też silniki liniowe w każdej osi – brak przekładni to brak ich zużycia i serwisu. Ogromne oszczędności generuje opatentowana przez nas głowica eVa: jej unikalna budowa i brak ruchomych elementów optycznych gwarantują minimalną awaryjność, a szkło ochronne wymienia się niezwykle rzadko – mówi Marcin Czajor. – Nasz autorski system antykolizyjny eliminuje przestoje i konieczność wymiany kosztownych sensorów po uderzeniu. Koszty obniża także optymalizacja zużycia gazów i wysoka efektywność energetyczna układu. Wybór maszyny o przemyślonej konstrukcji, odpornej na błędy operatora i zużycie mechaniczne, to jedyna droga do realnej minimalizacji wydatków. W Eagle udowodnimy, że to właśnie detale konstrukcyjne decydują o rentowności produkcji przez lata.*

Jak widać, również budowa mechaniczna wycinarki laserowej ma bezpośredni wpływ na koszty eksploatacji. Polimerobeton jako materiał na łożo maszyny to opcja droższa w produkcji, ale korzyści w zakresie tłumienia drgań i odporności termicznej dają przewagę nad tradycyjnym żeliwem. Silniki liniowe eliminują przekładnie ślimakowe – element, który się zużywa i wymaga regulacji. Systemy antykolizyjne chronią głowicę – jeden z najdroższych elementów całej maszyny. To są „szczegóły”, które w skali kilku lat eksploatacji mogą generować tysiące lub dziesiątki tysięcy złotych różnicy.

Co decyduje o czasie zwrotu z inwestycji?

Kupno wycinarki laserowej fiber to decyzja kapitałochłonna. Ceny nowoczesnych maszyn wahają się od kilkuset tysięcy złotych dla podstawowych konfiguracji po kilka milionów złotych dla zaawansowanych platform z automatyzacją. Przy takich kwotach czas zwrotu z inwestycji jest kwestią kluczową – i wcale nie tak oczywistą do policzenia.

Joanna Jastrzębska identyfikuje główne zmienne: – *O szybkości zwrotu z inwestycji w wycinarkę laserową fiber decyduje przede wszystkim stopień wykorzystania maszyny – im więcej godzin realnej pracy, tym szybszy ROI. Kluczowy jest też koszt jednostkowy cięcia, który bezpośrednio wpływa na marżę i opłacalność produkcji. Najlepsze efekty osiąga się przy seryjnym cięciu cienkich blach. Duże znaczenie ma automatyzacja, ograniczająca przestoje i koszty pracy. Sama moc lasera*

ma mniejsze znaczenie niż jej właściwe dopasowanie do profilu produkcji i rodzaju realizowanych zleceń.

Maszyna, która pracuje 8 godzin dziennie i 200 dni w roku, ma zupełnie inne przełożenie na wynik finansowy procesu niż ta sama maszyna pracująca 16 godzin przez 250 dni. Przejście na dwie zmiany niemal podwaja przychody przy tych samych kosztach stałych – to jeden z najprostszych mechanizmów poprawy ROI. Automatyzacja załadunku i rozładunku eliminuje wąskie gardło operatora i pozwala prowadzić produkcję nocną bez pełnej obsługi.

Warto też spojrzeć na ROI przez pryzmat profilu zleceń. Laser fiber używany głównie do produkcji prototypowej lub jednostkowej o dużej zmienności materiałowej generuje wyraźnie gorszy ROI niż ten sam laser w produkcji seryjnej. To nie wada maszyny, lecz niedopasowanie narzędzia do profilu działalności. Dlatego wybór konfiguracji powinien poprzedzać rzetelną analizę portfela zleceń – czego niestety często brakuje w rozmowach handlowych.

Eksplotacja i serwis – czy wyciągać wnioski z cudzych błędów?

Wycinarki laserowe fiber są maszynami skomplikowanymi. Nie wymagają codziennej obsługi na poziomie ich poprzedników – ale błędy w eksploatacji są kosztowne i często wynikają z tych samych zaniedbanych obszarów.

Osiągnięcie optymalnych parametrów cięcia – i ich utrzymanie w czasie – wymaga regularnej konserwacji układu optycznego głowicy, kontroli geometrii maszyny, utrzymania czystości stołu i układu odciągowego oraz monitorowania parametrów gazu asystującego. Każdy z tych elementów wpływa na jakość krawędzi cięcia i zużycie elementów eksploatacyjnych. Zaniedbanie jednego obszaru generuje koszty w innym.

Na wydajność w dłuższej perspektywie również duży wpływ ma odpowiednio dobrana wycinarka i jej parametry, jak i sprawny serwis oraz łatwy dostęp do części. Maszyna bez szybkiego serwisu to maszyna, która stoi – a stojąca maszyna to jedynie koszt bez przychodu.

W praktyce dostępność serwisu powinna być jednym z najważniejszych kryteriów przy wyborze dostawcy maszyny. Czas reakcji serwisanta, dostępność części zamiennych na magazynie lokalnym, możliwość zdalnej diagnostyki – to wszystko przekłada się na średnią dostępność maszyny w ciągu roku. Różnica między średnią dostępnością na poziomie 95% a 98% to w skali roku kilkadziesiąt godzin produkcji – co przy typowych stawkach za cięcie może oznaczać dziesiątki tysięcy złotych.

Technologia, która się nie zatrzymuje

Laser fiber jest dziś dojrzałą technologią – co jednak nie oznacza, że również w tym obszarze nie mamy do czynienia z nowinkami technologicznymi. Rynek wycinarek laserowych typu fiber nieustannie się

MM Eksperti



Piotr Lipiński

Menadżer sprzedaży
Polska Grupa CNC



Rafał Lisowski

Area Sales Manager
TRUMPF Polska



Artur Majchrzak

Prezes firmy
Uni-Kat

zmienia i pojawiają się nowe rozwiązania, które w ciągu najbliższych lat przełożą się na możliwości dostępne w standardowych konfiguracjach.

Po pierwsze, moc. Kilkanaście lat temu 6 kW było topową konfiguracją. Dziś 20 kW staje się standardem w wymagających aplikacjach, a 40 kW lub wyższe moce stosowane są przy cięciu bardzo grubych materiałów. Trend wzrostu mocy nie wyhamował.

Po drugie, integracja z AI i algorytmami adaptacyjnymi. Systemy sterowania nowej generacji potrafią samoczynnie dostosowywać parametry cięcia do zmian właściwości materiału, przewidywać zużycie elementów eksploatacyjnych i optymalizować nesting w czasie rzeczywistym.

Po trzecie, automatyzacja jako standard. Podajniki arkuszy, systemy sortujące, zdalne zarządzanie kolejną produkcją – coraz częściej instalowane nie jako luksusowy dodatek, ale jako element podstawowego wyposażenia gniazda obróbczego.

Marcin Czajor podsumowuje ewolucję swojego segmentu: – *Nowoczesne systemy Eagle łączą unikatową moc z dynamiką pracy i pełną optymalizacją procesów produkcyjnych, wyznaczając nowe standardy w branży.*

! Dobra maszyna to za mało

Rozmowy z przedstawicielami branży wycinarek laserowych fiber ujawniają jedną wspólną prawdę: maszyna jest środkiem, a nie celem. O tym, czy inwestycja w laser fiber przyniesie oczekiwaną zmianę w rentowności, decyduje nie tyle parametr techniczny maszyny, co jakość całego ekosystemu, w którym pracuje.

Oznacza to: dobre oprogramowanie do nesting, optymalne dobranie mocy do profilu materiałów, świadome zarządzanie kosztami gazu i elementów eksploatacyjnych, szybki dostęp do serwisu i – przy większej skali – automatyzację otoczenia maszyny.

Trzeba też zawsze pamiętać, że największe straty wynikają z nieplanowanych przestoju i braku optymalizacji procesu cięcia. Maszyna, która stoi lub pracuje poniżej swojego potencjału, to najdroższa możliwa inwestycja.

Choć laser fiber niewątpliwie zrewolucjonizował cięcie blach, prawdziwe zmiany w zakładzie produkcyjnym nie wynikają jedynie z inwestycji w nową maszynę. Ważny jest cały proces – od dostarczenia materiału do obróbki (a często również jego wcześniejsze składowanie) aż po odbiór finalnego detalu i przekazanie go do dalszego etapu produkcyjnego. **MM**

Wybrani dystrybutorzy i producenci wycinarek laserowych typu fiber

Dystrybutor / Producent	Modele	Zakres mocy	Rozmiary stołów roboczych	System sterowania	Automatyzacja	Strona internetowa
AMADA	Regius Aje / Ventis Aje / ORSUS Aje / BREVIS	3–26 kW	Od 1270×1270 mm do 6225×2520 mm	System sterowania AMNC 4ie z inteligentnym pakietem oprogramowania VPSS 4i e + V factory	Inteligentne systemy automatyzacji – od paletowych systemów załadunku rozładunku segregacji detali przez systemy magazynowe typu wieża po w pełni autonomiczne magazyny centralnego składowania.	amada.eu/pl-pl
CHM Polska / BAYKAL, HSG	BAYKAL BLE / BLE PRO / BLS NEO; HSG GH / HSG duży format / HSG Kombo / HSG 3D GVB; HSG do rur i profili	1–80 kW	1500×3000 mm, 2000×4000 mm, 2000×6000 mm, 2000×12000 mm, 2500×6000 mm, 3000×6000 mm	Beckhoff CNC, serwonapędy Beckhoff, zębatki Wittenstein, głowica Precitec Pro-Cutter, źródło IPG / nLight, oprogramowanie Metalix (AutoNest), opcja: Lantek Expert Cut CAD/CAM	Automatyczny stół wymienny, system auto-załadunku i rozładunku blach (z opcją magazynu), cięcie rur i profili (HSG).	chmpolska.pl
EAGLE	eSmart/ eVision/ iNspire/ FlowIN/ FlowinCO	1–40 kW	1500×3000 mm, 2000×4000 mm, 2000×6000 mm, 1500×∞, 2000×∞	Własny system: CNC My-ESOFT, Sterowniki: Beckhoff TwinCat 3	Eloader, LoadingUnit, Seria Crane Master, eTower, FlowStore.	eaglelasers.com
Eckert	Lasery fiber: Diament Vector Laser, Diament Cube Laser, Diament Infinity Laser, Diament XLS Laser Lasery do rur i profili: Diament Combo Laser, Diament Tube Laser T6200, Diament Tube Laser T9350	1–30 kW	1500×3000 mm do 3200×12500 mm 1500×3000 mm, 1500×6000 mm system podajników rur (do 6000-9000 mm)	Własny system CNC Eckert + CAD/CAM (nesting, PCS, optymalizacja) Sterownik CNC Eckert oparty na rozw. Beckhoff, biblioteki materiałowe, sterowanie osiami 3D/5D	Stoły paletowe, automatyczny załadunek/rozładunek, systemy magazynowe, integracja z liniami produkcyjnymi. Automatyczne podajniki (auto-loader), systemy mocowania i pozycjonowania rur i profili.	eckert.com.pl
INTE-Maszyny / BODOR	do cięcia blach: seria Dream, P, C, A, H, i; do cięcia rur i profili: KC, SK, T, N, M; blachy, rury i profile: CT	3–60 kW	seria P od 3000×1500mm do 12500×2600mm; seria H do 32500×5150mm; seria M od 6 do 15 m	Autorskie rozwiązania producenta: system BodorThinker 3.0, głowice tnące z autofocusem, źródła laserowe o wysokiej wydajności, 2 kamery HD, oprogramowanie do nesting	Automatyczna wymiana dysz, kamera wspomagająca położenie blachy, systemy automatycznego załadunku i rozładunku dla serii Dream, P i C, systemy magazynowania blach.	inte.com.pl

Wybrani dystrybutorzy i producenci wycinarek laserowych typu fiber

Dystrybutor / Producent	Modele	Zakres mocy	Rozmiary stołów roboczych	System sterowania	Automatyzacja	Strona internetowa
Kimla	Powercut/Flashcut/ Extremecut	2–30 kW	LF1020: 1000×2000 mm LF1530: 1500×3000 mm LF2040: 2000×4000 mm LF2060: 2000×6000 mm LF30100: 3000×10000 mm	Własny system sterowania z dynamiczną analizą wektorów Kimla, operujący napędami liniowymi magnetycznymi	Zmieniacz dwóch/trzech palet, system automatycznego załadunku/rozładunku wraz z magazynem blach, system do cięcia rur i profili z automatycznym załadunkiem.	kimla.pl
Laser Machine Service / HGTech	MARVEL / GFPLUS / seria TP / seria WALC	3–40 kW	1500×3000 mm 2200×4000 mm 2500×6000 mm +możliwość skonfigurowania większych stołów roboczych	Siemens (seria MARVEL I WALC), FSCUT (seria GFPLUS i TP)	Automatyczny załadunek rur i profili, wymiana stołów, opcje zrobotyzowane, automatyczny załadunek i rozładunek arkuszy blachy, zautomatyzowane magazyny materiału.	servicelaser.pl
LVD	Puma FL / LaserTWO / Taurus / TL	3–30 kW	Puma: 3050×1525 mm, 4065×2035 mm, 6160 x 2035 mm, Puma 6525: 6400×2500 mm (cięcia proste), 6100×2000 mm (cięcia ukośne), LaserTWO: 3050×1525 mm Taurus: od 14 m do 50 m TL: rury i profile	CADMAN Touch; oprogramowanie CADMAN CAD/CAM; integracja z MES	Systemy załadowcze, wieże i magazyny, zrobotyzowany rozładunek.	lvdgroup.com/pl
MASZYNY -POLSKIE.PL / SENFENG	Wycinarki laserowe do blach: Seria H, R, TX. Wycinarki laserowe do rur i profili: Seria T, GT, NT, GNT, ST, HT, CH Maszyny do cięcia blach, rur i profili: SF... HM	1,5–60kW	3×1,5 m, 4×2 m, 6×2 m, 6×2,5 m	FSCUT, Tube Pro	Wymiana stołów, cięcie rur i profili, automatyczny załadunek, magazyn blach, robot zintegrowany, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.	maszyny-polskie.pl
Otinus	FLV-3015 / FLV-6025 Fiber	1,5–30kW	FLV-3015: 3000×1500 mm FLV-6025: 6000×2500 mm + obrótnica do rur Ø 350 mm; dł. 6 m	FSCUT / CypCut + autorski interfejs	Wymiana stołów, obrótnica do rur i profili, Otinus Academy	otinus.pl
Polska Grupa CNC	Seria LSF / Fiber Cut / Fiber CUTbz (boczny załadunek)	1–20 kW (Raycus / IPG)	1500×3000 mm 2000×4000 mm 2000×6000 mm	FSCUT (CypCut) / Beckhoff (PC-based).	Automatyczna wymiana stołów, automatyczne i półautomatyczne systemy załadowcze, integracja z robotem, lights-out	pgcnc.pl
RICHO Polska / MORN LASERS	GH / HR / NH	1–60 kW	1500×3000 mm 2000×6000 mm	CypCut, HypCut, FSCut	Wymiana stołów, cięcie rur i profili, opcje auto załadunku i rozładunku, linie automatyczne z robotem sortującym i magazynem blach	richo.pl
Seron	Fiber Cut / Fiber LinearCut / Fiber RotaryCut / Fiber Core	0,5–30kW	Standardowo: 1550×3050 mm, 2000×3000 mm, 2000×4000 mm, 2000×6000 mm	Własny CNC (Bosch Rexroth / FSCUT), Real-time Ethernet, Sercos, autodetekcja arkusza, autonesting	Wymiana stołów, obrótnica do rur i profili, auto załadunek, automatyczny nesting	seron.pl
TRUMPF	TruLaser 1000 / 3000 / 5000 Fiber + TruLaser Tube	2–24 kW	TruLaser 1030: 3000×1500 mm TruLaser 3060: 6000×1500 mm TruLaser 5040: 4000×1500 mm TruLaser Tube: do 10 m dł	TRUMPF CNC Siemens 840D SL,Touchpoint, TruTops Boost (CAD/CAM), pełna integracja z MES/ERP	Zautomatyzowany załadunek, sortowanie i rozładunek: m.in.: LiftMaser, LiftMaster Store, LiftMaster Linear, LoadMaster Compact, BrightLine fiber, CoolLine, mikrojoints	trumpf.com/pl_PL

źródło: opracowanie własne na podstawie informacji pozyskanych od dystrybutorów

EKOLOGIA

Czy lasery są przyjazne środowisku?

Wycinarka laserowa kojarzy się z precyzją, szybkością i nowoczesnością. Rzadziej – z ekologią. A to poważne zaniedbanie, bo odpowiedź na pytanie, czy laser jest przyjazny środowisku, nie jest wcale oczywista. Może być jednym z bardziej ekologicznych narzędzi obróbki blach – ale może też generować realne problemy środowiskowe, jeśli jest źle eksploatowany. Wszystko zależy od tego, co dokładnie dzieje się podczas cięcia i co dzieje się z tym, co po nim zostaje.

Wojciech Traczyk

Wycinarki laserowe nie są wprawdzie jedynymi dostępnymi na rynku maszynami, jakie wykorzystuje się w procesach cięcia, ale ich znaczenie w branży przemysłowej jest coraz większe. A ponieważ od pewnego czasu szeroko rozumiane kwestie ekologiczne odgrywają coraz większą rolę, warto odpowiedzieć sobie na pytanie, czy lasery są przyjazne środowisku.



źródło: Adobe Stock – alexeg84

| Energia – ile prądu naprawdę zużywa laser?

Zacznijmy od tego, co widać na liczniku. Wycinarka laserowa to maszyna energochłonna – źródło lasera, napędy osi, systemy chłodzące, sprężarki gazu tnącego, pompy i oświetlenie – wszystko to pobiera prąd. Średnio duża wycinarka o mocy 6–10 kW pracuje przy poborze mocy rzędu 20–40 kW w zależności od konfiguracji zasilania i chłodzenia. To dość dużo, ale samo w sobie nic nie mówi, dopóki nie ustawimy obok alternatywnych rozwiązań.

Tu pojawia się kluczowe rozróżnienie między dwoma głównymi typami laserów przemysłowych. Lasery CO₂, dominujące na rynku przez dekady, mają sprawność na poziomie 10–15%. Oznacza to, że z każdych 100 watów zużytej energii elektrycznej na faktyczne cięcie pracuje zaledwie 10–15 W – reszta zamienia się w ciepło, które trzeba odprowadzać przez rozbudowane układy chłodzenia (glikolowe, wodne, wymienniki). Lasery światłowodowe (fiber) są w tym względzie znacznie lepsze: ich sprawność wynosi 30–40%, a układy chłodzenia są znacznie prostsze i mniej energochłonne. Przejście z CO₂ na laser fiber to więc nie tylko decyzja ekonomiczna – to również wyraźny krok w kierunku mniejszego zużycia energii i mniejszego śladu węglowego maszyny.

Dla pełnego obrazu warto dodać, że w porównaniu z cięciem plazmowym laser wypada korzystnie przy ma-

teriałach cienkich i średnich, natomiast przy grubych blachach (np. 20–30 mm) plazma może być energetycznie wydajniejsza przy wybranych materiałach. Cięcie wodne (waterjet) jest natomiast szczególnie energochłonne ze względu na ciśnieniową sprężarkę wody i systemy oczyszczania. Nie ma jednoznacznego „zwycięzcy” w całej przestrzeni materiałów i grubości, ale laser fiber w swojej niszy – od kilku do kilkudziesięciu milimetrów – przy odpowiedniej mocy źródła i dobrej organizacji produkcji osiąga korzystny bilans energetyczny.

| Precyzja jako argument ekologiczny

To jeden z tych przypadków, gdzie ekonomia i ekologia mówią tym samym głosem. Szerokość szczeliny cięcia laserowego wynosi średnio 0,1–0,3 mm, w zależności od mocy źródła, parametrów i gazu. Dla porównania: plazma pozostawia szczelinę rzędu 1–2 mm, a wycinanie mechaniczne (np. nożycami lub tarczami) bywa jeszcze mniej precyzyjne. Ta pozorna „drobiazgowa” różnica ma bezpośrednie przełożenie na ilość materiału, który trafia do kosza.

Jeszcze ważniejsza jest możliwość gęstego zagnieżdżenia detali na arkuszu blachy. Nowoczesne oprogramo-

wanie do nestingu potrafi układać części z odległością między obrysami liczącą zaledwie kilka dziesiątych milimetra. Dobrze zoptymalizowany nesting może zmniejszyć ilość odpadów poprodukcyjnych nawet o kilkanaście, a w sprzyjających warunkach blisko 30% w porównaniu z ręcznym układaniem programów, pod warunkiem, że system nestingu wie, co jest technologicznie wykonalne.

Mniej odpadów to nie tylko niższe koszty zakupu materiału – to również mniej złomu do sortowania, transportu i przetopienia, a każdy z tych procesów ma własny ślad energetyczny. W praktyce oznacza to, że dobry laser fiber z odpowiednim oprogramowaniem może przyczynić się do obniżenia zużycia nowego surowca na poziomie całego procesu produkcyjnego.

| Odpady stałe procesu cięcia

Każde cięcie laserowe zostawia po sobie materiał w postaci stałej. Pierwszym i najbardziej oczywistym elementem jest szkielet arkusza – kratownica pozostała po wycięciu detali. Jej wielkość zależy bezpośrednio od jakości nestingu i geometrii części. Ten rodzaj złomu, o ile materiał jest jednorodny i niepomalowany, nadaje się bezpośrednio do recyklingu. W wielu zakładach stalowe czy aluminiowe odpady ze skrawania i cięcia laserowego wracają w całości do systemu recyklingowego.

Bardziej złożoną kwestią jest zużel i różnego rodzaju produkty uboczne, jakie powstają na spodniej powierzchni ciętego materiału oraz na samej kracie podparcia. Ich skład chemiczny zależy od ciętego materiału – stal węglowa, nierdzewna, aluminium czy inne metale kolorowe wymagają różnego podejścia przy utylizacji. W przypadku stali nierdzewnej zużel może zawierać związki chromu i niklu, co w wielu systemach klasyfikuje go jako odpad niebezpieczny, który wymaga odpowiedniego ewidencjonowania i profesjonalnej utylizacji.

| Dymy, pyły i gazy – niewidoczny problem, realne ryzyko

Tu dochodzimy do obszaru, o którym przy zakupie maszyny mówi się najmniej, a który z punktu widzenia wpływu na środowisko i zdrowie jest prawdopodobnie najważniejszy. Cięcie laserowe generuje złożoną mieszaninę substancji – część z nich jest poważnie niebezpieczna.

Podczas cięcia metali powstają pyły i dymy metaliczne. W przypadku stali węglowej dominują tlenki żelaza, które same w sobie są stosunkowo mało toksyczne. Znacznie gorzej wygląda sytuacja przy stalach nierdzewnych i stopach specjalnych: powstają wówczas tlenki chromu sześciowartościowego, manganu i niklu, część z nich zalicza się do substancji rakotwórczych i CMR (działających mutagennie i szkodliwie na rozrodczość). Szczególnie niebezpieczna jest frakcja PM_{2,5} – pyły o średnicy poniżej 2,5 mikrometra, które wnikają głęboko do układu oddechowego i nie są wychwytywane przez naturalne mechanizmy obronne organizmu.

Odrębnym zagrożeniem są lotne związki organiczne (VOC), które pojawiają się szczególnie intensywnie przy cięciu materiałów pokrytych powłokami organicznymi,

galwanizowanych, lakierowanych lub z warstwami ochronnymi. W niektórych przypadkach, szczególnie przy cięciu plastików lub laminatów, mogą powstawać związki takie jak formaldehyd, chlorowodór czy inne gazowe produkty rozkładu, które są silnie drażniące i wymagają odpowiedniego oczyszczania.

Specyficznym problemem są także tlenki azotu (NO_x) i ozon (O₃), które są produktem oddziaływania wiązki laserowej z azotem i tlenem zawartym w powietrzu – szczególnie przy laserach CO₂ pracujących w powietrzu lub w atmosferze z domieszkami gazów technologicznych. W środowisku produkcyjnym mogą one przyczynić się do pogorszenia jakości powietrza, jeśli nie zostanie zastosowany skuteczny system wentylacji i filtracji.

Nowoczesne formy cięcia laserowego fiber coraz częściej opierają się na systemach oczyszczania, które łączą filtry HEPA, filtry węglowe i inne warianty filtrów, co pozwala skutecznie zredukować emisję PM_{2,5} i VOC. W wielu analizach podkreśla się, że laser fiber w połączeniu z profesjonalnym systemem filtracji może generować znacznie mniej substancji szkodliwych niż starsze instalacje CO₂ bez odpowiedniego oczyszczania.

| Gazy tnące – mniej, ale lepsze?

Warto również skupić się na aspekcie gazów technologicznych. Laser CO₂ do cięcia metali najczęściej wykorzystuje azot lub tlen, czasem z dodatkowymi mieszaninami, a układy chłodzenia i podtrzymania pracy często wymagają dodatkowych czynników. Lasery światłowodowe, dzięki krótszej długości fali i większej gęstości energii, mogą korzystać z węższych dysz i mniejszych przepływów gazu tnącego przy podobnej jakości krawędzi. Skutkuje to mniejszym zużyciem gazu, co przekłada się na koszty i ograniczenie zużycia zasobów w procesie.

W wielu zakładach, w których zamieniono starsze CO₂ na laser fiber, obserwuje się także spadek zużycia energii sprężonego gazu i redukcję zużycia ciśnieniowych butli czy instalacji gazowej. W perspektywie zrównoważonej produkcji nawet ten aspekt ma znaczenie, zwłaszcza że produkowanie gazów technologicznych (np. azot skroplony) wiąże się z wydatkiem energii i emisjami CO₂.

| Czy laser jest „zieloną” technologią?

Bardzo dużo zależy od użytej technologii, konfiguracji, rodzaju materiału i sposobu eksploatacji. Same lasery i ich źródła zasilania nie są „z natury” ekologiczne – ale mogą być użytkowane w sposób, który minimalizuje ich negatywne skutki.

W dobrze zorganizowanym zakładzie, wyposażonym w laser fiber z systemem optymalnego nestingu, stabilnymi parametrami cięcia i zaawansowanym systemem filtracji, maszyna może być jednym z mniej „zanieczyszczających” etapów w całym procesie produkcyjnym. W tym kontekście laser przestaje być tylko narzędziem precyzyjnym – staje się elementem strategii zrównoważonej produkcji, gdzie minimalizacja odpadów, ograniczenie zużycia energii i redukcja emisji substancji szkodliwych stanowią zasadniczy cel.

MM

WRZECIONA SILNIKOWE

Obróbka powierzchni dla najbardziej wymagających zastosowań

Firma MD Drucklufttechnik (Mannesmann Demag Druckluftwerkzeuge und -motoren) wprowadziła na rynek nową generację wrzecion z bezszczotkowymi silnikami prądu stałego (Brushless Direct Current – BLDC), które zaprojektowano z myślą o zastosowaniach szczotkowych w zautomatyzowanych liniach obróbczych.



▲ Seria silników BME do zastosowań szczotkowych zapewnia wysoki moment obrotowy przy niskich prędkościach obrotowych w kompaktowej obudowie.

Od dziesięcioleci MD Drucklufttechnik jest ważnym partnerem technologicznym w dziedzinie przemysłowych rozwiązań napędowych. Dzięki silnikom pneumatycznym, narzędziom przemysłowym, wrzecionom pneumatycznym oraz wrzecionom elektrycznym do automatyki firma obsługuje szerokie spektrum zastosowań – od pracy ręcznej po wysoce zautomatyzowane linie obróbcze. Jak deklaruje producent, w centrum wszystkich prac rozwojowych leży dążenie do tworzenia innowacyjnych, a zarazem praktycznych rozwiązań, które sprostają rosnącym wymaganiom nowoczesnych środowisk produkcyjnych.

► Oprócz wrzeciona BME 40 (na zdjęciu) o maksymalnym momencie obrotowym 1,23 Nm MD Drucklufttechnik prezentuje również większy model BME 80 o momencie obrotowym 1,77 Nm.



Na te potrzeby w zakresie innowacji ma odpowiedzieć nowa generacja elektrycznych wrzecion szczotkowych. Modele BME 40 i BME 80 rozszerzają portfolio firmy MD Drucklufttechnik o dwa kompaktowe, charakteryzujące się wysokim momentem obrotowym elektryczne motoreduktory, zaprojektowane specjalnie do zadań takich jak szczotkowanie, gratowanie i strukturyzacja powierzchni oraz wiercenie z użyciem uchwytu wiertarskiego. Prace rozwojowe opierały się na konkretnych wymaganiach produkcyjnych: poszukiwano napędów, które przy wysokim momencie obrotowym zapewniają niskie prędkości obrotowe w kompaktowej obudowie. Silniki te z przekładnią umożliwiają optymalne warunki montażu – również w zautomatyzowanych aplikacjach o zmiennych procesach obróbki.

! Beznarzędziowa wymiana wrzecion zapewnia efektywność

Model BME 40 osiąga prędkości obrotowe do 6 500 obr/ min przy maksymalnym momencie obrotowym 1,23 Nm. Większy model BME 80 jest przystosowany do pracy z prędkością 4 500 obr/min i momentem 1,77 Nm. Oba modele wyposażono w uchwyt szybkiej wymiany, który umożliwia beznarzędziową zmianę szczotek lub materiałów ściernych. Dzięki temu czasy przezbrojenia ulegają skróceniu, co – jak podkreśla producent – odczuwalnie zwiększa wydajność i elastyczność pracy.

Zasilanie wrzecion odbywa się przez interfejs 48-woltowy, który zapewnia nie tylko bezpieczne zasilanie, ale także umożliwia kompaktową konstrukcję i pozwala na bardziej ekonomiczne wdrożenie. Upraszcza to integrację z nowoczesnymi liniami produkcyjnymi i sprzyja projektowaniu instalacji zajmujących mniej miejsca. Ponadto wrzeciona – dzięki niskiemu poborowi energii – przyczyniają się do oszczędności zasobów i zrównoważonej produkcji.



◀ Wrzeciona są wyposażone w uchwyt szybkiej wymiany, który umożliwia beznarzędziową wymianę szczotek lub materiałów ściernych.



◀ Przeźniennik częstotliwości MD-Drive zapewnia precyzyjną regulację prędkości obrotowej i stały jej przebieg, co pozwala uzyskać powtarzalne wyniki obróbki.

| Napęd z możliwością integracji z istniejącymi systemami sterowniczymi

Za precyzyjne sterowanie odpowiada nowo opracowany MD-Drive. Ten przeźniennik częstotliwości nie tylko reguluje prędkość obrotową, ale również udostępnia aktualny moment obrotowy jako wartość prądu przez wyjście analogowe. Umożliwia to wczesne wykrywanie przeciążeń, zużycia narzędzi lub odchyłań procesowych oraz podejmowanie ukierunkowanych działań korygujących. MD-Drive został zaprojektowany z myślą o maksymalnej elastyczności i może być integrowany z istniejącymi architekturami sterowniczymi.

Nową generację wrzecion uzupełnia wysokoobrotowe wrzeciono SME 60, które przy prędkości do 40 000 obr/min i mocy 600 W zostało opracowane z myślą o precyzyjnych zastosowaniach związanych z gratowaniem i wykańczaniem powierzchni.

Wraz z nowymi wrzecionami BME 40, BME 80 i SME 60 oraz inteligentnym sterownikiem MD-Drive firma MD Drucklufttechnik prezentuje kompleksowy system do zautomatyzowanej obróbki powierzchni, który jest gotowy, aby sprostać wymaganiom przyszłości.

MM

Artykuł powstał na podstawie informacji prasowej i zdjęć firmy MD Drucklufttechnik.

MANNESMANN DEMAG

Druckluftwerkzeuge | Druckluftmotoren

Partner profesjonalistów

Wydajność – stworzona z myślą o automatyzacji.



Elektryczne napędy szczotkowe

Niezmienna wydajność. Elastyczna regulacja, energooszczędność i wysoka sprawność.

System szybkiej wymiany MD

Najkrótszy czas przezbierania i elastyczne zastosowanie. Maksymalizacja produktywności.

Przetwornica częstotliwości MD-Drive

Precyzyjne sterowanie procesem i inteligentna analiza – kontrola, która optymalizuje każdy krok.



OBRABIARKI

Jak sztuczna inteligencja zmienia oblicze obrabiarek CNC

W branży obrabiarek coraz mniej słyzy się o „inteligentnej maszynie” jako o czymś egzotycznym. Współczesne centra obróbkowe to coraz częściej kompleksowe ekosystemy, które, poza samą obrabiarką, współtworzą sieci czujników, interfejsy IoT, lokalne chmury obliczeniowe i moduły, które potrafią diagnozować stan narzędzia, optymalizować parametry cięcia czy wykrywać oznaki nadchodzącego uszkodzenia.

Wojciech Traczyk

Pierwsze obrabiarki CNC były rewolucją samą w sobie: połączyły mechanikę z komputerem i sterowanym numerycznie ruchem narzędzia. Przez kolejne dekady producenci skupiali się na doskonaleniu parametrów mechanicznych – sztywności wrzeciona, prędkości posuwu, dokładności interpolacji – i stopniowo rozbudowywali oprogramowanie pomocnicze. Wynik był imponujący, ale maszyny wciąż pozostawały urządzeniami wykonawczymi: robiły dokładnie to, co im zaprogramowano.

nadrzędnymi, samoczynnie korygować odchylenia od wzorca i dostarczać informacji jakościowych bez udziału operatora.

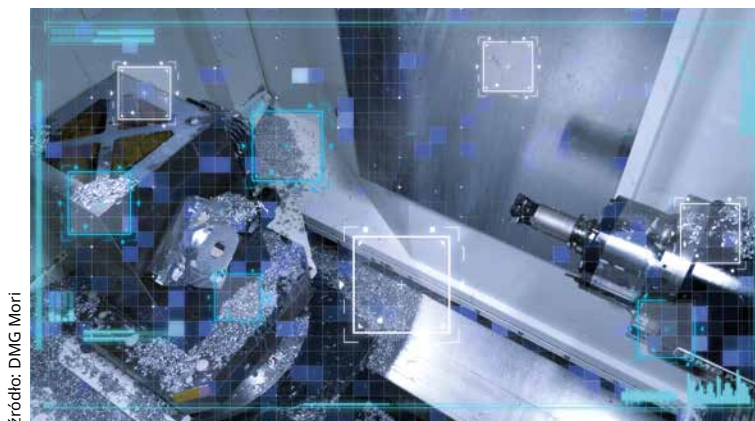
W praktyce oznacza to kilka konkretnych warstw technicznych. Pierwsza to rozbudowana sensoryka – współczesne centra obróbkowe mogą być wyposażone w dziesiątki czujników mierzących temperaturę, ciśnienie, drgania, pobór energii, a nawet lokalną temperaturę oleju hydraulicznego. Dane te są próbkowane z wysoką częstotliwością i trafiają do sterownika.

Drugą warstwą są algorytmy adaptacyjne. Klasyczne sterowniki PID działają na z góry ustalonych regułach: „jeśli parametr X przekroczy wartość Y, wykonaj Z”. Systemy oparte na uczeniu maszynowym działają inaczej – uczą się na historii konkretnej maszyny pracującej z konkretnym materiałem i narzędziem, a następnie samoczynnie dostosowują parametry obróbki, żeby utrzymać pożądaną jakość wyrobu. Trzecią i ostatnią warstwą jest łączność – standardy komunikacyjne, takie jak OPC UA czy EUROMAP 77, pozwalają na integrację danych maszynowych z systemami zarządzania produkcją.

Jak tłumaczy **Tomasz Słoboda z Mitsubishi Electric Europe**: – Dla nas sztuczna inteligencja nie jest marketingowym hasłem, lecz konkretnym narzędziem matematycznym zintegrowanym w architekturze sterowania. Producenci maszyn coraz śmieiej sięgają po rozwiązania z obszaru AI, narzędzia są coraz lepsze, chociaż na obecną chwilę nie zostawiłbym ich jeszcze bez nadzoru człowieka.

Jednocześnie wskazuje na radykalną zmianę w oczekiwaniach klientów: – Jeszcze niedawno pytali głównie o szybkość i moc. Dziś pytają o OEE (Overall Equipment Effectiveness) i autonomiczność. Mają świadomość, że brakuje wykwalifikowanych operatorów, więc szukają maszyn, które „myślą” za człowieka.

Za OEE – wskaźnikiem ogólnej efektywności sprzętu – kryją się trzy czynniki: dostępność maszyny, jej



źródło: DMG Mori

| Kiedy można mówić o inteligentnej obrabiarce?

Przełom nastąpił wraz z upowszechnieniem koncepcji Przemysłu 4.0. Termin „inteligentna obrabiarka” nabrał nowego znaczenia – już nie chodzi w nim o dodatkowe funkcje oprogramowania, lecz o zdolność do pracy w pełnej integracji z całym ekosystemem zakładu. Maszyna musi umieć nie tylko wykonać operację obróbkową, ale również analizować swoje własne dane procesowe, komunikować się z systemami

wydajność i jakość wyrobu. Inteligentna obrabiarka poprawia każdy z nich: ogranicza awarie, utrzymuje optymalne parametry skrawania i redukuje braki. To dlatego OEE stał się językiem, którym coraz częściej posługują się kupujący – a nie tylko działy techniczne dostawców.

| Kiedy integracja AI z obrabiarkami ma największy sens?

Warto mieć świadomość, że sztuczna inteligencja nie jest remedium na każdy problem i nie przyniesie efektów w każdym środowisku. Niezwykle ważną kwestią jest dojrzałość cyfrowa zakładu.

Według **Krzysztofa Skorupki**, Product Sales Managera – Automations w **DMG MORI Poland Sales and Service**, skuteczne wdrożenie AI wymaga przede wszystkim dostępu do wiarygodnych i ciągłych danych z maszyn oraz ich integracji w ramach środowiska IIoT.

– Kluczową jest stabilna infrastruktura IT/OT i standaryzacja procesów produkcyjnych. AI nie działa jako rozwiązanie autonomiczne – jest warstwą analityczną nad danymi, dlatego brak danych lub ich niska jakość eliminuje potencjalne korzyści. W praktyce oznacza to konieczność wcześniejszego wdrożenia systemów monitoringu i digitalizacji produkcji – dodaje **Krzysztof Skorupka**.

Jeśli więc firma produkcyjna nie będzie dysponowała danymi o odpowiedniej jakości, nawet najbardziej wyrafinowany algorytm nie przyniesie pożądanych korzyści. Zanim więc przedsiębiorstwo zainwestuje w „inteligentną obrabiarkę”, powinno odpowiedzieć na kilka podstawowych pytań: Czy maszyny są podłączone do sieci? Czy gromadzone są dane z czujników? Czy istnieje spójna infrastruktura IT/OT? Czy procesy produkcyjne są wystarczająco ustandaryzowane, żeby dane były porównywalne w czasie?

Jeśli odpowiedź na którekolwiek z tych pytań jest negatywna, właściwym krokiem jest najpierw rozbudowa infrastruktury pomiarowej i IT – dopiero potem wdrożenie AI. Firma, która dopiero zaczyna zbierać dane procesowe, może rozpocząć od prostych modułów analitycznych, stopniowo rozbudowując kompetencje.

| Kiedy korzyści są największe?

Przed wszystkim tam, gdzie produkcja jest zautomatyzowana lub dąży do pracy bez operatora – bądź w trybie zmianowym z ograniczonym nadzorem. Im mniej jest ludzi przy maszynach, tym większe znaczenie autonomicznej kontroli jakości i prewencyjnego nadzoru stanu technicznego. Korzyści z zastosowania AI są również widoczne tam, gdzie zmienność materiału lub geometrii detali powoduje regularne problemy z jakością.

Szczególnie duże korzyści AI może przynieść przy produkcji wieloseryjnej z częstą zmianą asortymentu, gdzie każdorazowe ustawienie parametrów trwa dużo czasu i stwarza ryzyko popełnienia błędu.

Tomasz Słoboda widzi zmianę w świadomości klientów – od sceptycyzmu do konkretnych wymagań.



źródło: DMG Mori

– Klienci coraz częściej pytają: czy maszyna sama skoryguje błędy wynikające ze zmian temperatury w hali, zmian ciśnienia gazu w głowicach laserowych czy prędkości cięcia dla polepszenia jakości krawędzi? Zainteresowanie budzi też możliwość interakcji z maszyną przez Voice Command i diagnostykę głosową oraz otrzymywanie jasnych instrukcji naprawczych generowanych przez AI, zamiast suchych kodów błędów.

Warto tu odnotować jeden trend, który pojawia się w rozmowach z klientami coraz częściej: pytanie o cyberbezpieczeństwo. Jak podkreśla **Tomasz Słoboda**: – Jako doświadczona osoba z branży często muszę wyjaśniać, że AI w naszych maszynach działa głównie Edge-based (lokalnie w sterowniku), co gwarantuje szybkość reakcji bez konieczności ciągłego wysyłania wrażliwych danych produkcyjnych do chmury.

To istotny argument dla firm, które obawiają się, że integracja z AI oznacza utratę kontroli nad danymi procesowymi.

| Optymalizacja procesów obróbki w czasie rzeczywistym

To obszar, w którym AI ma najlepiej widoczne przełożenie na wyniki produkcyjne. Algorytmy analizują dane operacyjne z czujników maszyny w czasie rzeczywistym i na bieżąco dostosowują parametry skrawania: prędkość obrotową wrzeczona, posuw, głębokość skrawania. Cel jest podwójny – maksymalizacja wydajności przy jednoczesnej ochronie narzędzia i detalu.

Szczególne znaczenie ma to w przypadku materiałów o zmiennej charakterystyce. Materiały różnią się twardością, jednorodnością struktury czy wielkością nadkładu. System AI, który wie jak maszyna zachowała się w tysiącach poprzednich cykli, potrafi w locie adaptować parametry do aktualnego materiału, minimalizując odpad i ryzyko błędu.

Istotne jest również przełożenie na drogę prowadzenia narzędzi. AI może rekomendować optymalne strategie obróbki dla konkretnych geometrii detali, skracać czasy cyklu i poprawiać jednorodność wykończenia powierzchni.

MM Eksperti**Krzysztof Skorupka**Product Sales
Manager –
AutomationsDMG MORI Poland
Sales and Service**Tomasz Słoboda**Mitsubishi Electric
Europe**| Predykcyjne utrzymanie ruchu**

Awaria obrabiarki w toku produkcji seryjnej to zdarzenie, którego koszty są wielokrotnie wyższe niż sam koszt części zamiennej. Do ceny naprawy dochodzi przestój, koszt braków na linii i – w wielu przypadkach – opóźnienie dostaw. Tradycyjne podejście – serwis w stałych odstępach czasu lub po osiągnięciu limitu cykli – jest kosztowne i nieoptymalne: albo wymieniasz części zbyt wcześnie, albo za późno.

Systemy predykcyjne nowej generacji monitorują ciągle sygnały drganiowe i temperaturowe łożysk, profil poboru prądu silników, jakość oleju hydraulicznego i szczelność układów pneumatycznych. Algorytmy uczą się rozpoznawać wzorce poprzedzające awarię i generują alerty z odpowiednim wyprzedzeniem. Serwisant przyjeżdża z właściwą częścią, a nie na ślepo. Okno serwisowe jest planowane w czasie, który nie wpływa na plan produkcji.

Jak wyjaśnia **Krzysztof Skorupka**, sztuczna inteligencja zwiększa efektywność poprzez analizę danych procesowych i eliminację zakłóceń w pracy maszyny.

– *W produkcji zautomatyzowanej bez operatora jednym z głównych źródeł przestojów są wióry – powodują zatrzymanie i braki jakościowe (odgnioty). DMG MORI AI Chip Removal wykorzystuje analizę obrazu do oceny ich nagromadzenia i automatycznie steruje dyszami chłodząca oraz strategią czyszczenia. W projektach z automatyzacją rozwiązanie to bezpośrednio poprawia stabilność i wydajność gniazd oraz ogranicza przestoje.*

AI działająca na poziomie kamery i systemu chłodzącego to przykład, jak sztuczną inteligencję można wnieść w obszary, które pozornie wyglądają banalnie, a w praktyce kosztują dziesiątki godzin rocznie.

| Automatyczna kontrola jakości

Efektywność tradycyjnej kontroli jakości wyprasek i detali w dużej mierze jest zależne od uwagi operatora. Systemy AI wyposażone w zaawansowane algorytmy wizyjne potrafią analizować produkowane części automatycznie, wykrywając defekty powierzchniowe, pęknięcia, odchylenia geometryczne czy niedokładności wykończenia z precyzją przewyższającą ludzkie oko.

Szczególnie obiecującym podejściem jest kontrola jakości wyrobu jeszcze w trakcie obróbki. Systemy AI korelują parametry procesu z wynikami pomiarów metrologicznych – po zebraniu wystarczającej historii potrafią w czasie rzeczywistym sygnalizować, że detal w trakcie obróbki prawdopodobnie nie spełni specyfikacji. Zamiast odrzucać gotowe braki, operator otrzymuje sygnał ostrzegawczy we właściwym czasie – co umożliwi korektę lub zatrzymanie operacji.

| Adaptacyjne uczenie maszynowe

Chyba najciekawszą właściwością nowoczesnych systemów AI jest ich zdolność do samodoskonalenia. Algorytmy uczenia maszynowego wbudowane w ste-

rownik maszyny analizują historię poprzednich operacji – które parametry prowadziły do braków, które do optymalnego wykończenia, kiedy wystąpiły wibracje i co je poprzedzało – a następnie dopasowują nastawy do nowych zadań. Efektem jest krótszy czas uruchamiania nowych programów obróbkowych i niższy wskaźnik braków przy wdrażaniu nowych rodzajów detali.

W skali całego zakładu wiedza zebrana przez jeden sterownik może być współdzielona z pozostałymi. Chmura danych, do której trafiają sygnały z wszystkich maszyn, staje się zbiorowym „mózgiem” parku maszynowego. Jeśli anomalia wystąpi na jednej maszynie, operatorzy pozostałych zostaną ostrzeżeni.

| Systemy cyber-fizyczne i Big Data

Za wszystkimi opisanymi korzyściami stoi spójna architektura techniczna. Systemy cyber-fizyczne tworzą wirtualne odwzorowanie maszyn i procesów produkcyjnych, „karmione” danymi z czujników i sterowników CNC. Te wirtualne modele mogą być testowane, symulowane i optymalizowane bez przerywania produkcji – co jest szczególnie cenne przy zmianach asortymentu lub modernizacjach.

Dane generowane przez współczesne centra obróbcze osiągają skalę, która wymaga narzędzi klasy Big Data. Temperatura, prąd, drgania, położenie osi – próbkowane wiele razy na sekundę przez dziesiątki maszyn – to wolumen danych, który przekracza możliwości tradycyjnych baz. Nowoczesne platformy IIoT radzą sobie z tym wyzwaniem, zapewniając moduły eksploracji i wizualizacji, żeby inżynier skupiał się na wnioskach, a nie na infrastrukturze.

| Perspektywa: dokąd zmierza AI w obróbce skrawaniem?

Eksperti są zgodni, że wdrożenia AI w obróbce skrawaniem będą się pogłębiać i rozszerzać. W niedalekiej przyszłości można się spodziewać pełnej autonomii komórki produkcyjnej: maszyna, która samodzielnie przyjmuje zadanie obróbcze, dobiera narzędzia, konfiguruje parametry, realizuje produkcję, kontroluje jakość i zgłasza gotowość do systemu ERP.

W dalszej perspektywie mamy interakcję maszyny i operatora w języku naturalnym – komendy głosowe, diagnostyka prowadzona przez asystenta AI, automatyczne generowanie instrukcji naprawczych zamiast kodów błędów. Tomasz Słoboda zwraca uwagę, że zainteresowanie klientów takimi interfejsami wyraźnie rośnie – będzie to kolejny obszar, w którym AI zmienia standard obsługi maszyny.

Trzeba pamiętać, że inteligentna obrabiarka nie jest celem samym w sobie – jest narzędziem, które przynosi efekty proporcjonalne do jakości danych, infrastruktury i kompetencji organizacji, która ją eksploatuje. Powtarzając za Krzysztofem Skorupką: AI nie działa jako rozwiązanie autonomiczne. Musi mieć na czym pracować.

MM

E.CO IONISER – następca żywicy dejonizacyjnej

Urządzenie E.CO IONISER firmy Easy Metal to kolejny krok w stronę ekologicznego funkcjonowania nowoczesnych narzędziowni.

Elektrodrążarki drutowe to precyzyjne maszyny, które na stałe zadomowiły się w zakładach, gdzie wymagana jest wyjątkowa precyzja. Nie obędą się bez nich zakłady z branży przetwórstwa tworzyw sztucznych, automotive, zbrojeniowej czy medycznej. Ich liczba na polskim rynku, według naszych szacunków, to tysiące sztuk.

Firma Transcorn Sp. z o.o. jest dostawcą materiałów eksploatacyjnych do tych precyzyjnych maszyn. Jednym z produktów, który zużywa się najczęściej i wymaga częstej wymiany, to oprócz filtrów i części jest żywica dejonizacyjna.

Żywica dejonizacyjna dejonizuje wodę w elektrodrążarkach drutowych, aby proces drążenia przebiegał stabilnie i precyzyjnie. Jej jakość jest bardzo ważna podczas procesu cięcia. Niestety jej żywotność jest ograniczona i wymaga częstych i niewygodnych wymian. Zużyta żywica staje się także odpadem niebezpiecznym. Zakłady produkcyjne muszą prowadzić rejestr w bazie BDO, a także ponosić koszty utylizacji. Muszą także wygospodarować specjalne miejsce na przechowywanie taki go niebezpiecznego odpadu.

Ilości zużytej żywicy dejonizacyjnej są przerażające. Jedna elektrodrążarka drutowa, pracując 24 h/dobę, może zużyć w ciągu miesiąca **35 litrów żywicy. W ciągu roku będzie to już 420 litrów, czyli 3 wanny kąpielowe.** I to tylko przy jednej maszynie. Według naszych danych na terenie Polski pracuje obecnie ok. 10 000 wycinarek drutowych. Gdyby wszystkie pracowały z intensywnością 24 h/dobę, to **rocznie mielibyśmy ok. 120 kontenerów zużytej żywicy!** Kiedyś była możliwość regeneracji takiej żywicy. Dziś nie stosuje się już tego rozwiązania.

Firma **Transcorn** w 2020 r. wyszła naprzeciw potrzebom klientów i zaproponowała ekologiczne rozwiązanie firmy **Easy Metal GmbH** z Austrii. Firma



ta, specjalizująca się w rozwiązaniach do uzdatniania wody, stworzyła i opatentowała urządzenie o nazwie **E.CO IONISER**. Rozwiązanie to przez lata szturmem podbijało zakłady produkcyjne w Europie zachodniej. Firma Transcorn zaproponowała je polskim klientom. Dziś możemy pochwalić się, że to ekologiczne urządzenie działa na blisko 150 elektrodrążarkach drutowych.

Jest to urządzenie zewnętrzne, które jest podłączane do maszyny. Pełni takie funkcje, jak żywica dejonizacyjna. Skład jest opatentowany. Urządzenie jest dostarczane przez sprzedawcę, a po jego zużyciu zabierane i zastępowane nowym. Każde urządzenie ma swój numer seryjny.

 **Transcorn**



Najważniejsze zalety urządzenia E.CO IONISER:

- stabilizuje proces produkcji podczas cięcia takich materiałów jak aluminium, miedź, tytan, diament polikrystaliczny,
- dejonizuje wodę,
- utrzymuje stabilne środowisko podczas elektrodrążenia,
- chroni przed korozją – usuwany jest tlen z wody,
- chroni przed nierozpuszczalnymi osadami poprzez usuwanie chlorków, siarczanów i azotanów,
- utrzymuje stałą neutralną wartość pH,
- po zamontowaniu nie wymaga stosowania środków chemicznych do antykorozji,
- oszczędza czas potrzebny do wypełnienia formalności. Zużyta żywica jest odpadem niebezpiecznym, ponieważ zawiera cząstki metali powstałe podczas obróbki.

Dlatego warto stosować takie rozwiązanie jak **E.CO IONISER**, ponieważ nie generuje ono odpadów. Dwa działające urządzenia mogą pomóc w likwidacji odpadów w postaci 3 wanien zużytej żywicy rocznie. Jest to ogromny walor ekologiczny tego urządzenia i jeden z głównych argumentów, który przemawia za jego stosowaniem.

Firma Transcorn Sp. z o.o. z Olsztyna to wyłączny dystrybutor urządzeń na terenie Polski od 2020 r. Zapraszamy po więcej informacji.

 **Transcorn**

Transcorn Sp. z o.o.

Wilimowo 2

11-041 Olsztyn

tel.: 89 527 43 63

e-mail: transcorn@transcorn.pl

transcorn.pl

INTELIĞENTNE ROZWIĄZANIA WTRYSKOWE

Jak nowoczesne technologie zmieniają oblicze wtryskiwania tworzyw sztucznych

Przetwórcy tworzyw sztucznych działają dziś w coraz bardziej wymagających warunkach: rosną oczekiwania co do precyzji, zaostża się presja kosztowa, a wymagania środowiskowe nabierają charakteru regulacyjnego. Odpowiedzią na te wyzwania stają się inteligentne wtryskarki wyposażone w systemy AI, zaawansowane czujniki i narzędzia do komunikacji z linią produkcyjną w czasie rzeczywistym. To technologia, która już teraz trafia do hal produkcyjnych polskich zakładów.

Jakub Kleczkowski

Wtryskiwanie tworzyw sztucznych jest jedną z najważniejszych i najbardziej rozpowszechnionych metod przetwórstwa polimerów. Technologia ta polega na upłynnieniu granulatu tworzywa sztucznego, wtłoczeniu go pod wysokim ciśnieniem do formy, a następnie jego schłodzeniu i wyrzuceniu gotowej części.

Trzeba jednak pamiętać, że ta branża także się zmienia. Współczesnym wtryskarkom stawia się zupełnie inne wymagania niż jeszcze dekadę temu. Producenci oczekują maszyn, które nie tylko formują detal, ale jednocześnie analizują własny proces, komunikują się z systemami nadrzędnymi zakładu, samoczynnie korygują odchylenia i generują raporty jakości bez udziału operatora. To zmiana paradygmatu: z maszyny wykonawczej na inteligentny węzeł systemu produkcyjnego.

| Co kryje się pod pojęciem inteligentnej wtryskarki?

Bardzo ważna jest rozbudowana sensoryka. Nowoczesna wtryskarka wyposażona jest w dziesiątki, a nierzadko setki czujników, które rejestrują temperaturę w poszczególnych strefach cylindra i formy, ciśnienie w gnieździe formującym, prędkość ślimaka i czas wtrysku, siłę zwarcia, drgania, pobór energii, a nawet parametry oleju hydraulicznego. Dane te są próbkowane z wysoką częstotliwością – nawet tysiąc razy na sekundę – i trafiają do systemu sterowania maszyny.

Kolejna warstwa to zaawansowane systemy sterowania z algorytmami adaptacyjnymi. Klasyczne sterowniki PID są zastępowane lub uzupełniane przez systemy uczenia maszynowego, które na podstawie historii procesowej uczą się, jak zachowuje się konkretna maszyna z konkretną formą i tworzywem. Efektem jest zdolność do autonomicznej korek-



źródło: Adobe Stock – Moreno Soppelsa

ty parametrów – wtryskarka może samoczynnie dostosować temperaturę uplastyczniania, czas dosycania czy ciśnienie docisku, by utrzymać stałą masę wypraski i minimalizować liczbę braków produkcyjnych.

Trzecia płaszczyzna inteligencji to łączność. Nowoczesne maszyny komunikują się ze sobą i z systemami nadrzędnymi za pośrednictwem standardów takich jak OPC UA (w tym EUROMAP 77), co umożliwia integrację z MES, ERP i systemami zarządzania jakością. Dane o procesie są dostępne w czasie rzeczywistym zarówno na hali, jak i zdalnie, przez przeglądarkę lub aplikację mobilną.

| Sztuczna inteligencja wchodzi na halę produkcyjną

Przez długi czas sztuczna inteligencja w przetwórstwie tworzyw była domeną laboratoriów i projektów badawczych. Dziś wchodzi bezpośrednio na halę produkcyjną, a czołowi producenci wtryskarek – tacy jak Engel, Arburg, Krauss-Maffei

czy Sumitomo (Demag) – integrują moduły AI w standardowych produktach ze swojej oferty.

Praktycznym przykładem jest podejście prezentowane przez firmę Engel w ramach inicjatywy „Inject AI”, która jest rozwinięciem programu digitalizacji „Inject 4.0”. Nadrzędnym celem jest systematyczna integracja sztucznej inteligencji zarówno w nowych maszynach, jak i w modernizowanych instalacjach. Ważną rolę odgrywa tu moduł analizujący bieżący stan procesu wtryskiwania: śledzi on setki parametrów dla każdego cyklu, w czasie rzeczywistym identyfikuje odchylenia od wzorca i generuje sugestie korygujące – w dużej mierze bez ingerencji operatora.

Podobne koncepcje realizują inni producenci. Systemy takie jak „activeMeltControl” (Arburg) czy „aXos” (Krauss-Maffei), łączą w sobie diagnostykę procesu, asystentów konfiguracyjnych i interfejsy zintegrowane z chmurą. Wspólnym mianownikiem jest dążenie do stanu, w którym maszyna wie, kiedy coś jest nie tak – i potrafi na to zareagować, zanim powstanie błąd.

Sz szczególnie obiecującym obszarem jest predykcja jakości wyprasek, która ogranicza potrzebę ich fizycznej kontroli. Systemy AI korelują parametry procesu z wynikami pomiarów geometrycznych i mechanicznych, a następnie – kiedy wzorzec zostanie opracowany – sygnalizują w czasie rzeczywistym, że dana wypraska prawdopodobnie nie spełni specyfikacji. To przełom: zamiast kontrolować wyrywkowo gotowy produkt, producent dostaje sygnał ostrzegawczy już w trakcie formowania.

– *Jako doradca techniczno-handlowy obserwuję, że MŚP są coraz bardziej otwarte na inteligentne funkcje, jednak główną barierą pozostają kompetencje oraz integracja systemów i danych – koszt schodzi na dalszy plan. Kluczowe jest szkolenie kadr i wsparcie przy wdrożeniu oraz szybki zwrot z inwestycji* – powiedział **Kamil Mucha**, doradca handlowy w firmie **P.H.U. Paweł Wartacz**.

| Elektryczne wtryskarki – fundament zrównoważonej produkcji

Jednym z najważniejszych kierunków w ewolucji sprzętu wtryskowego jest elektryfikacja napędów. Tradycyjne wtryskarki hydrauliczne, choć wciąż szeroko stosowane ze względu na dużą dostępność sił zwarcia i stosunkowo niski koszt zakupu, ustępują miejsca maszynom w pełni elektrycznym lub hybrydowym. Zmiana nie jest przypadkowa – za elektryfikacją przemawia kilka twardych argumentów.

Napędy oparte na serwomotorach zużywają energię tylko wtedy, gdy faktycznie wykonują pracę – inaczej niż agregaty hydrauliczne, które pracują niemal bezustannie. W praktyce oznacza to redukcję zużycia energii w stosunku do klasycznych maszyn hydraulicznych. Przy rosnących cenach energii elektrycznej w Europie jest to argument, którego nie sposób zbagatelizować.

Maszyny elektryczne oferują też lepszą powtarzalność procesu. Serwomotory posługują się sprzężeniem zwrotnym momentu i prędkości z rozdzielczością niemożliwą do osiągnięcia w układach hydraulicznych. Efektem są węższe tolerancje geometryczne detali i mniejsza zmienność masy wypraski – co bezpośrednio przekłada się na niższy udział braków i odpadów.

Istotny jest też aspekt czystości procesu. Wtryskarki elektryczne nie używają oleju hydraulicznego, co eliminuje ryzyko

zanieczyszczenia wyrobu i upraszcza wymagania dla pomieszczeń czystych. Dla przemysłu medycznego, spożywczego i optycznego to podstawowa kwestia.

Producenci wyposażają elektryczne wtryskarki w coraz bardziej zaawansowane systemy odzysku energii. Silniki pracujące w trybie generatora podczas hamowania napędów oddają energię do magistrali DC lub – w zaawansowanych systemach – do sieci zakładowej. To tanie rozwiązanie w eksploatacji, a coraz częściej wymagane przez działy środowiskowe globalnych klientów.

| Wtryskarki bezkolumnowe – nowe możliwości dla narzędzi i automatyzacji

Odrębnym, lecz powiązaniem trendem jest konstrukcja bezkolumnowa. Klasyczna wtryskarka ma cztery kolumny prowadzące między płytami zamykającymi, które ograniczają dostępną przestrzeń roboczą do gabarytu między kolumnami. Wtryskarki bezkolumnowe usuwają tę barierę: w obrębie przestrzeni płyty mieści się forma nawet wtedy, gdy jej gabaryty przekraczają odległość między kolumnami w konwencjonalnym układzie.

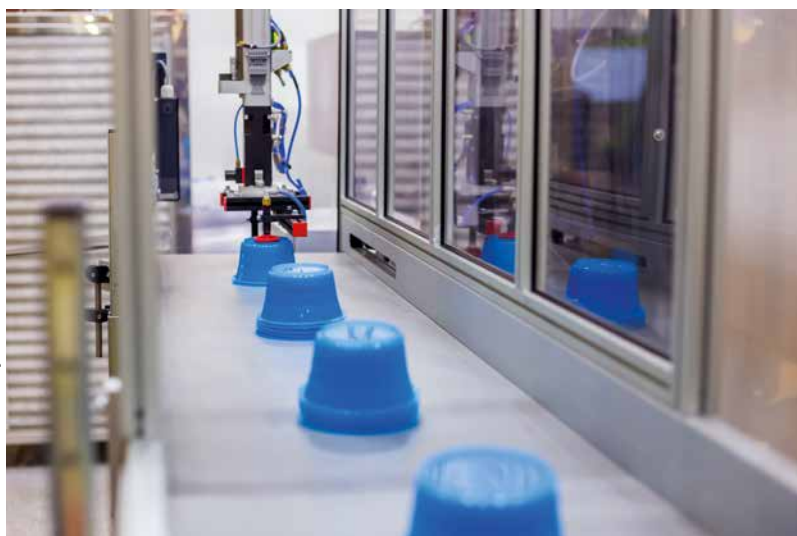
Praktyczne konsekwencje są daleko idące. Przetwórcza może stosować formy o dużym rzucie na stosunkowo małej maszynie – co zmniejsza koszty inwestycyjne i zużycie energii. Dostęp do formy jest łatwiejszy, co skraca czas wymian i przeglądów. Roboty i systemy automatyzacji można montować z boku, nie tracąc przestrzeni roboczej. Dla producentów wielkoseryjnych, pracujących z wieloma formami w cyklu rotacyjnym, jest to zmiana wpływająca bezpośrednio na rentowność.

Konstrukcja bezkolumnowa wymaga jednak precyzyjnej kompensacji ugięcia płyty zamykającej pod obciążeniem zwarcia. Bez kolumn prowadzących to maszyna sama musi gwarantować równoległość płyt przez cały cykl wtrysku. Nowoczesne systemy hydrauliczne i serwomechaniczne radzą sobie z tym zadaniem za pomocą aktywnej regulacji siły zwarcia w narożnikach płyty – rozwiązanie, które samo w sobie stanowi element inteligentnej kontroli maszyny.

| Przetwórstwo tworzyw recyklingowych – wyzwanie dla systemów sterowania

Zrównoważony rozwój przestał być hasłem marketingowym i stał się wymogiem regulacyjnym. Dyrektywa Packaging and Packaging Waste (PPWD), wymagania dotyczące minimalnego udziału materiałów recyklingowanych w opakowaniach i rosnąca presja ze strony dużych odbiorców sprawiają, że przetwórcy coraz częściej muszą pracować z materiałami wtórnymi. Dla systemów sterowania wtryskarką jest to poważne wyzwanie.

Tworzywa recyklingowe cechują się znacznie większą zmiennością właściwości reologicznych niż materiały pierwotne. Wskaźnik MFI (Melt Flow Index) partii z recyklatu może wahać się w szerokim zakresie nawet w ramach jednej dostawy. Klasyczne sterowniki, działające na sztywno zaprogramowanych recepturach, reagują na tę zmienność wzrostem wskaźnika braków. Systemy z adaptacyjną regulacją procesu radzą sobie znacznie lepiej – samoczynnie dostosowują punkt przełączenia, ciśnienie dosycania i profil chłodzenia do aktualnych właściwości stopu.



▲ Nowoczesne formowanie wtryskowe to zintegrowany system, na który składają się maszyny wtryskowe, linie automatyczne, roboty, różne urządzenia peryferyjne, a także narzędzia kontroli jakości.

Szczególne znaczenie mają tu systemy kontroli wagowej dawki materiału. Dedykowane algorytmy śledzą wagę wypraski cykl po cyklu i dostosowują dawki materiału, kompensując zmienność gęstości recyklatu. Przy setkach tysięcy cykli dziennie w produkcji wielkoseryjnej jest to różnica dziesiątek kilogramów materiału – i równie istotna różnica w stopniu braków oraz kosztach surowca.

| Diagnostyka i serwis predykcyjny

Awaria wtryskarki w toku produkcji seryjnej to zdarzenie o poważnych konsekwencjach – zatrzymanie linii, koszty przestoju, opóźnienie dostaw. Tradycyjne planowanie serwisu opierało się na stałych interwałach czasu lub liczby cykli. Nowoczesne podejście to strategia predictive maintenance, czyli utrzymanie ruchu bazujące na rzeczywistym stanie maszyny.

Systemy diagnostyczne nowej generacji monitorują sygnały drganiowe i temperaturowe łożysk, napięcie i pobór prądu silników, jakość oleju hydraulicznego, szczelność układów pneumatycznych i parametry formy. Algorytmy uczenia maszynowego identyfikują charakterystyczne wzorce poprzedzające awarie – np. specyficzny profil drgań wrzeczona poprzedzający zużycie łożysk ślimaka – i generują alerty wyprzedzające rzeczywistą usterkę o dni lub tygodnie.

Dla wielu zakładów produkcyjnych szczególnie cenna jest możliwość zdalnego wsparcia serwisowego. Integracja wtryskarki z chmurą producenta maszyny umożliwia inżynierom serwisowym wgląd w parametry procesu i diagnostykę bez konieczności wizyty na miejscu. Diagnoza i pierwsza interwencja mogą nastąpić zdalnie, a serwisant przyjeżdża już z właściwą częścią zamienną – co skraca czas naprawy do minimum. W czasach, gdy czas reakcji serwisu jest jednym z kluczowych kryteriów zakupowych, jest to realna wartość biznesowa.

– *Podejście zakupowe wyraźnie ewoluuje: poza ceną i serwisem rośnie znaczenie stabilności procesu, powtarzalności, energooszczędności i gotowości do Industry 4.0. Coraz częściej decyzyje*

opierają się na TCO (Total Cost of Ownership – Całkowity Koszt Posiadania), choć w części firm nadal dominuje podejście kosztowe – zaznaczył Kamil Mucha.

| Wielokomponentowe i specjalistyczne technologie wtryskiwania

Postęp w inteligentnym sterowaniu otwiera nowe możliwości dla wielokomponentowych i hybrydowych technologii przetwórstwa. Wtryskiwanie wielokomponentowe – obejmujące wtrysk dwubarwny, overmolding, insert moulding czy wtrysk z rdzeniem gazowym lub wodnym – stawia przed sterownikiem maszyny szczególne wymagania: sekwencyjność etapów musi być kontrolowana z dokładnością do milisekund, a parametry kolejnych faz muszą być skoordynowane w czasie rzeczywistym.

Innowacyjnym przykładem jest technologia Foilmelt, w której dekoracyjna folia jest zintegrowana bezpośrednio w procesie wtrysku, eliminując potrzebę oddzielnych operacji lakierowania lub powlekania. Maszyna wtryskuje tworzywo na wcześniej umieszczoną w formie folię, a wypraska opuszcza gniazdo już z finalną powierzchnią. Systemy sterowania muszą przy tym utrzymywać precyzyjną temperaturę powierzchni formy, by zapewnić prawidłowe przyleganie folii bez jej uszkodzenia termicznego – zadanie niemożliwe do wykonania bez zaawansowanych algorytmów regulacji temperatury.

Coraz szersze zastosowanie znajdują też technologie spieniania fizycznego i chemicznego. Spienianie strukturalne pozwala redukować masę detalu o 20–30% przy zachowaniu sztywności – co jest odpowiedzią na wymagania redukcji masy w motoryzacji i budownictwie. Precyzyjna kontrola stopnia nukleacji, ciśnienia formy i warunków chłodzenia jest tu krytyczna dla jednolitej struktury pianki i estetyki powierzchni.

Niszowym, lecz rosnącym obszarem jest wytwarzanie detali z elastomerów silikonowych ciekłych. Silikonowe uszczelki, membrany i komponenty medyczne wymagają wtryskarek wyposażonych w specjalne układy dozowania dwukomponentowego, precyzyjnego chłodzenia formy i kontroli wulkanizacji. Inteligentne sterowanie jest tu nie opcją, ale koniecznością – zmienność temperatury o kilka stopni przekłada się bezpośrednio na twardość Shore'a gotowego detalu.

| Automatykacja i robotyzacja w komórce wtryskowej

Inteligentna wtryskarka rzadko pracuje w izolacji. Nowoczesna komórka produkcyjna to zintegrowany system składający się z maszyny, robota, urządzeń peryferyjnych (suszarki, dozowniki barwników, systemy odzysku materiałów z masownic) oraz narzędzi kontroli jakości. Koordynacja tych elementów wymaga centralnego systemu sterowania zdolnego do zarządzania całym procesem, nie tylko samym wtryskiwaniem.

Roboty liniowe dominują w aplikacjach pobierania i odkładania wyprasek – są szybkie, niezawodne i stosunkowo

proste w programowaniu. Roboty sześciokościowe zyskują na znaczeniu tam, gdzie po wyjęciu z formy detal wymaga dodatkowych operacji: kontroli wizyjnej, naklejenia etykiety, montażu wkładek, pakowania do tacki. Integracja robotów z wtryskarką poprzez protokoły EUROMAP 67/12 zapewnia synchronizację ruchów i eliminuje ryzyko kolizji.

Przyszłością są w pełni autonomiczne komórki produkcyjne, zdolne do samodzielnego przebrojenia przy zmianie produktu. Koncepcja ta – określana mianem quick mould change – zakłada skrócenie czasu wymiany formy do kilku minut, wspierana przez systemy centralnego podgrzewania form i automatyczne cęgi narzędziowe. Połączone z inteligentnym sterowaniem maszyny i systemem zarządzania produkcją MES, autonomiczne komórki stają się realnym elementem elastycznych fabryk przyszłości.

| Przemysł 4.0 w przetwórstwie tworzyw

Koncepcja Przemysłu 4.0 – opartej na cyfryzacji, automatyzacji i integracji danych – od lat obecna jest w branżowych dyskusjach. Jak jednak wygląda jej wdrożenie w realnych zakładach przetwórstwa tworzyw?

Obraz jest niejednorodny. Duże zakłady, będące najczęściej dostawcami dla motoryzacji lub globalnych producentów dóbr konsumpcyjnych, wdrożyły rozwiązania Przemysłu 4.0 niemal kompleksowo: mają systemy MES zintegrowane z wtryskarkami, śledzą parametry procesu dla każdego detalu, generują cyfrowe certyfikaty jakości i zarządzają parkami maszynowymi przez portale online. To od nich pochodzi większość doświadczeń i benchmarków.

W segmencie MŚP – a ten stanowi zdecydowaną większość polskich przetwórców – cyfryzacja postępuje wolniej, choć wyraźnie przyspiesza. Istotną zmianą jest dostępność rozwiązań: jeszcze kilka lat temu zaawansowane systemy sterowania były dostępne tylko w maszynach klasy premium. Dziś producenci oferują pakiety digitalizacyjne do maszyn ze środkowego segmentu cenowego, a koszt retrofitu starszych wtryskarek o moduły IoT istotnie spadł.

Barierą pozostają kadry. Wtryskarka wyposażona w system AI wymaga operatora, który rozumie nie tylko technologię wtrysku, ale i logikę działania algorytmów adaptacyjnych, potrafi interpretować wykresy procesu i konfigurować parametry systemu sterowania. To profil kompetencyjny, który polska branża dopiero buduje – i w którym firmy doradczo-handlowe, jak P.H.U. Paweł Wartacz, odgrywają realną rolę transferu wiedzy.

| Trendy globalne i polska perspektywa

Na rynku maszyn do wtryskiwania dominują producenci niemieccy (Arburg, Krauss-Maffei, Wittmann Battenfeld), austriaccy (Engel) i japońscy (Nissei, Fanuc, Sumitomo Demag), choć silną pozycję zyskują też marki chińskie, szczególnie w segmencie maszyn standardowych. Na rynku pojawia się też coraz więcej wyspecjalizowanych producentów niszowych, którzy oferują maszyny do LSR, do materiałów kompozytowych czy do wtryskiwania precyzyjnego w mikroskali.

Polska jest jednym z największych rynków przetwórstwa tworzyw w Europie Środkowej. Dziesiątki tysięcy wtryskarek pracuje w zakładach produkcyjnych na terenie całego kraju

– od małych rodzinnych firm po zakłady wchodzące w skład globalnych grup przemysłowych. Polska to też istotny eksporter wyprasek, co oznacza, że wymagania jakościowe i środowiskowe europejskich klientów przekładają się bezpośrednio na standardy obowiązujące od polskich dostawców.

Dla dystrybutorów i doradców działających na styku producentów maszyn i polskich przetwórców – takich jak firma P.H.U. Paweł Wartacz, obecna na rynku od ponad 30 lat – ta dynamika jest doskonale wyczuwalna. Klienci coraz rzadziej pytają wyłącznie o parametry mechaniczne maszyny i cenę. Pytają o możliwości integracji z ich systemem ERP, o dostępność danych procesowych przez API, o certyfikaty energetyczne i o to, jak maszyna poradzi sobie z recyklatem o zmiennym MFI.

| Wdrożenie – od decyzji do produkcji

Zakup nowej wtryskarki to inwestycja wieloletnia. Cykl życia maszyny wtryskowej sięga kilku dekad, a koszty eksploatacji – energii, serwisu, przestoju – przez ten czas wielokrotnie przewyższają cenę zakupu. Kalkulacja TCO jest więc nie tylko modnym skrótem, ale realnym narzędziem decyzyjnym.

Wdrożenie inteligentnej wtryskarki wymaga przygotowania na kilku płaszczyznach. Infrastruktura sieciowa zakładu musi być gotowa na przesyłanie danych procesowych – idealnie w architekturze zgodnej ze standardem OPC-UA. Kadra operatorów i utrzymania ruchu potrzebuje szkolenia w zakresie obsługi systemu sterowania, interpretacji alarmów i konfiguracji receptur. Dział IT musi zadbać o bezpieczeństwo połączeń z chmurą producenta, jeśli korzysta się ze zdalnego wsparcia serwisowego.

Dobłą praktyką jest pilotażowe wdrożenie – uruchomienie jednej inteligentnej maszyny obok istniejącego parku i przez kilka miesięcy zbieranie danych porównawczych. Takie podejście pozwala empirycznie zweryfikować obiecane parametry energetyczne i jakościowe, zanim podejmie się decyzję o szerszej wymianie floty. Producenci maszyn coraz chętniej oferują takie piloty, zdając sobie sprawę, że dane z rzeczywistej produkcji są najlepszym argumentem handlowym.

| Technologia, która definiuje konkurencyjność

Inteligentne rozwiązania wtryskowe to infrastruktura, od której coraz częściej zależy zdolność do konkurencyjności na europejskim rynku. Producenci, którzy jako pierwsi wdrożą wspieraną przez AI kontrolę procesu, predykcje utrzymania ruchu i cyfrową integrację z klientem, zyskują przewagę mierzalną w konkretnych wskaźnikach: niższym udziale braków, krótszym czasie zmiany narzędzia, mniejszym zużyciu energii czy krótszym czasie reakcji na reklamację.

Dla polskich zakładów przetwórstwa tworzyw moment jest o tyle dobry, że dojrzałość technologii i jej dostępność cenowa zbiega się w czasie z rosnącym popytem ze strony zachodnioeuropejskich odbiorców na dokumentowaną jakość i ślad węglowy produktu. Firmy, które potraktują inwestycję w inteligentną wtryskarkę jako element strategii jakościowej i środowiskowej – a nie tylko zakup kolejnej maszyny – mają szansę przekształcić tę inwestycję w trwałą przewagę rynkową.

MM

AUTOMATYZACJA SPRZĄTANIA

Czysty magazyn, sprawna logistyka

Utrzymanie czystości w halach magazynowych i produkcyjnych rzadko bywa traktowane jako strategiczny element zarządzania obiektem. Tymczasem stan posadzek bezpośrednio przekłada się na bezpieczeństwo pracowników, żywotność floty wózków widłowych i niezawodność maszyn.



Automatyzacja tego procesu – do niedawna ograniczona skalą i możliwościami dostępnych urządzeń – wchodzi właśnie na nowy poziom. Kärcher wprowadził na rynek KIRA BR 200, największego profesjonalnego robota sprząającego w swojej kategorii, który wyznacza nowe standardy autonomicznej pracy w przemysłowych przestrzeniach logistycznych.

| Posadzka pod kontrolą – czystość jako twarda wartość w utrzymaniu ruchu

Brudna posadzka w magazynie czy hali produkcyjnej to nie problem estetyczny – to konkretne ryzyko operacyjne, które można wycenić. Zanieczyszczenia mineralne i organiczne skracają żywotność opon wózków widłowych, zwiększając tarcie i przyspieszając ich ścieranie. Pyły i drobne cząstki wciągane do układów napędowych maszyn prowadzą do szybszego zużycia łożysk, filtrów i uszczelnień – co w efekcie przekłada się na nieplanowane przestoje i koszty serwisowe.

Z perspektywy BHP zabrudzenia posadzek to jeden z głównych czynników ryzyka poślizgnięć i upadków pracowników – grupy wypadków, które dominują w statystykach zdarzeń w logistyce i przemyśle. Czysta nawierzchnia jest też warunkiem prawidłowego działania systemów nawigacji AGV i AMR, których czujniki pracują blisko podłogi.

Nie bez znaczenia jest również aspekt jakości produktu. Magazyn to ostatni punkt łańcucha przed wysyłką do klienta. Zabrudzone środowisko składowania oznacza ryzyko zanieczyszczenia towaru, co może generować reklamacje i uderza w wizerunek marki. Regularne, dokładne sprzątanie dużych powierzchni przemysłowych to zatem nie koszt, lecz inwestycja – w niezawodność operacji, bezpieczeństwo ludzi i jakość finalnego produktu. Wyzwaniem pozostaje jednak efektywna realizacja tego zadania, bez angażowania dodatkowych zasobów ludzkich i bez wpływu na rytm pracy obiektu.

| Nowy gracz w klasie ciężkiej – KIRA BR 200 debiutuje na rynku

Odpowiedzią firmy Kärcher na te potrzeby jest KIRA BR 200. To profesjonalny autonomiczny robot szorująco-zbierający, który niedawno zadebiutował na rynku jako największe urządzenie w swojej kategorii. Jego gabaryty i parametry robocze sytuują go wyraźnie powyżej dotychczasowych rozwiązań dostępnych w segmencie robotyki czyszczącej.

Robot waży 630 kg i mierzy 1944 × 1138 × 1471 mm – gabaryty odpowiednie dla rozległych powierzchni magazynowych, hal produkcyjnych, lotnisk czy centrów wystawienniczych. Technika szczotek walcowych umożliwia zamiatanie wstępne i szorowanie w jednym przejeździe, co skraca całkowity czas sprzątania i redukuje zużycie wody. Zintegrowana szczotka boczna zapewnia czyszczenie aż do krawędzi – eliminując konieczność ręcznego doczyszczania narożników i progów.

KIRA BR 200 pracuje zarówno w trybie w pełni autonomicznym, jak i jako urządzenie prowadzone ręcznie – co daje operatorom elastyczność w sytuacjach wymagających interwencji punktowej lub czyszczenia w niestandardowych strefach.



▲ Stacja dokująca zapewnia pełną autonomię – automatyczne uzupełnianie wody i ładowanie akumulatorów.



◀ Aplikacja KIRA Robots umożliwia zdalne zarządzanie robotem bez wiedzy programistycznej.

! Prawdziwa autonomia – stacja dokująca, akumulatory LiFePO4 i inteligentne harmonogramowanie

Pojęcie autonomii w robotyce sprzątającej bywa używane zbyt swobodnie. W przypadku KIRA BR 200 oznacza ono coś konkretnego: robot jest praktycznie w 100% bezobsługowy w trakcie pracy, dzięki opcjonalnej stacji dokującej, która automatyzuje wszystkie kluczowe czynności obsługowe. Po powrocie do stacji robot samodzielnie uzupełnia zbiornik czystej wody, opróżnia zbiornik brudnej wody, płucze zbiornik i ładuje akumulatory – bez udziału operatora.

Sercem układu zasilania są akumulatory LiFePO4, czyli ogniwa litowo-żelazowo-fosforowe. To technologia ceniona nie tylko za wysoką żywotność cykli ładowania, ale przede wszystkim **za stabilność termiczną i bezpieczeństwo pożarowe** – parametr krytyczny w każdym środowisku przemysłowym, w którym urządzenie pracuje w bezpośrednim sąsiedztwie ludzi i składowanych towarów. Czas pracy na jednym ładowaniu wynosi ok. 4 godzin, ładowanie trwa ok. 4,7 godziny. Cztery akumulatory o pojemności 320 Ah (napięcie 24 V każdy) zapewniają moc wystarczającą do pracy w wymagających warunkach przemysłowych.

Równie istotna jak autonomia energetyczna jest niezależność planowania. KIRA BR 200 dysponuje funkcją kalendarza, która umożliwia układanie harmonogramów sprząkania z wyprzedzeniem – z uwzględnieniem specyfiki pracy obiektu. Robot może być programowany tak, by sprzątał w godzinach najmniejszego natężenia ruchu wózków widłowych, np. w przerwach zmianowych, w nocy lub wczesnym rankiem. Takie podejście eliminuje kolizje harmonogramowe i pozwala w pełni wykorzystać możliwości urządzenia bez zakłócania bieżących operacji logistycznych.

Zarządzanie robotem odbywa się przez aplikację mobilną KIRA Robots i portal dostępny z poziomu przeglądarki internetowej. Oba narzędzia zaprojektowano z myślą o intuicyjnej obsłudze – konfiguracja i bieżące sterowanie nie wymagają żadnej wiedzy programistycznej. Operator otrzymuje na urządzenie mobilne powiadomienia o statusie maszyny, raporty z czyszczenia, informacje o usterkach i poziomie zasobów.

! Integracja z infrastrukturą i bezpieczeństwo – argumenty dla zarządców obiektów

Dla zarządców nowoczesnych obiektów logistycznych kluczowym kryterium przy wyborze robota sprzątającego nie jest sama wydajność czyszczenia, lecz zdolność urządzenia do funkcjonowania wewnątrz istniejącego ekosystemu auto-

Parametr	Wartość
Szerokość robocza szczotek	850 mm
Szerokość robocza / ssanie	1100 mm
Wydajność – tryb autonomiczny	maks. 4590 m ² /h
Wydajność na jedno napełnienie zbiornika	7143 m ²
Zbiornik wody czystej / brudnej	200 / 220 l
Zbiornik na detergent	10 l
Czas pracy akumulatora	ok. 4 h
Czas ładowania akumulatora	ok. 4,7 h
Poziom hałasu	64,5 dB(A)
Maks. prędkość autonomiczna	5,4 km/h
Waga	630 kg
Wymiary (dł. × szer. × wys.)	1944 × 1138 × 1471 mm

matyki. KIRA BR 200 wyposażona jest w **interfejs komunikacyjny VDA 5050**, który umożliwia wymianę danych z infrastrukturą magazynu i innymi zautomatyzowanymi pojazdami (AGV i AMR). Robot może być zintegrowany z systemem zarządzania ruchem pojazdów autonomicznych, a dzięki przygotowaniu do sterowania roletami i bramami przemysłowymi – samodzielnie otwierać przejścia między strefami w trakcie pracy.

Bezpieczeństwo nawigacji w dynamicznym środowisku, w którym jednocześnie pracują ludzie i jeżdżą pojazdy, **zapewnia system wieloczuJNIKOWY z zasięgiem 360°**. Urządzenie niezawodnie wykrywa przeszkody statyczne i ruchome, nawisy konstrukcyjne, przezroczyste powierzchnie szklane – i samodzielnie planuje alternatywne trasy. Certyfikaty bezpieczeństwa **CSA 22.2 nr 336-17** i **IEC 63327** potwierdzają dopuszczenie robota do użytkowania w przestrzeniach publicznych i przy dużym natężeniu ruchu.

Istotny z perspektywy zarządców obiektów jest również aspekt ochrony danych osobowych. Kamery zamontowane w robocie pełnią wyłącznie funkcję nawigacyjną i służą do mapowania przestrzeni – urządzenie **nie rejestruje obrazu wideo ani nie nagrywa twarzy pracowników**. Oznacza to pełną zgodność z wymogami RODO i certyfikowane bezpieczeństwo przechowywania danych. W środowiskach, gdzie kwestie prywatności pracowników i zgodności z przepisami są pod stałą obserwacją działów prawnych i kadrowych, ten argument ma wymiar praktyczny – a nie tylko marketingowy.

! Czystość jako przewaga operacyjna

Automatyzacja utrzymania czystości w dużych obiektach przemysłowych i logistycznych przestała być eksperymentem technologicznym – staje się odpowiedzią na realne wyzwania z zakresu utrzymania ruchu, BHP i efektywności kosztowej. KIRA BR 200 jako największy profesjonalny robot sprzątający w swojej kategorii łączy wysoką wydajność powierzchniową z pełną autonomią pracy, zaawansowaną integracją systemową i udokumentowanym bezpieczeństwem. Dla zarządców obiektów szukających narzędzia, które realnie odciążą zespół UR – a nie tylko zastąpi mopa – jest to propozycja warta poważnego rozważenia.

MM

Artykuł powstał na podstawie informacji prasowej i zdjęć firmy Kärcher.

EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA

Dlaczego zarządzanie energią ma być kluczowym elementem nowoczesnej automatyki?

Przez lata zarządzanie energią w zakładach produkcyjnych pojawiało się głównie przy okazji audytów lub rosnących rachunków za prąd. Dziś zmieniło się to diametralnie. Inteligentne zarządzanie energią w systemach automatyki to nie koszt, lecz inwestycja, która zwraca się szybciej, niż większość przypuszcza.

Wojciech Traczyk

Jeszcze dwie dekady temu energia elektryczna była w większości zakładów produkcyjnych nie wymagała szczególnej uwagi. Rachunki były wliczane w koszty ogólne, a oszczędzanie energii kojarzyło się głównie z gaszeniem świateł w pustych pomieszczeniach.

Dziś energia elektryczna jest jednym z największych zmiennych kosztów produkcji i jednocześnie jednym z niewielu obszarów, w których przy odpowiednim podejściu można stosunkowo szybko uzyskać mierzalne oszczędności. Regulacje unijne sprawiły, że zarządzanie energią stało się nie tylko dobrą praktyką, ale i obowiązkiem. Rola zarządzających energią w zakładach ewoluowała proporcjonalnie: z funkcji technicznej ku roli stricte strategicznej, coraz częściej obsługiwanej przez osoby odpowiedzialne za inwestycje i środowisko.

| Dlaczego zarządzanie energią jest koniecznością?

Odpowiedź na to pytanie jest wielowymiarowa. Dla dyrektora finansowego kluczowe będą koszty i ich przewidywalność. Dla dyrektora technicznego – niezawodność instalacji i żywotność maszyn. Dla zarządu – zgodność z regulacjami i wizerunek firmy. Warto przyjrzeć się każdemu z tych wymiarów z osobna.

Koszty i efektywność ekonomiczna. Energia elektryczna w typowym zakładzie produkcyjnym odpowiada za od kilkunastu do nawet kilkudziesięciu procent całkowitych kosztów operacyjnych. W branżach energochłonnych (hutnictwie, chemii, produkcji szkła czy ceramice) ten udział bywa jeszcze wyższy. Każdy punkt procentowy redukcji zużycia to przy typowej cenie energii przemysłowej oszczędność na poziomie kilkadziesięciu tysięcy złotych rocznie w średnim zakładzie. Skuteczne zarządzanie energią pozwala nie tylko obniżyć całkowite zużycie, ale także przenosić energochłonne operacje poza godziny szczytu taryfowego, redukować opłaty mocowe i optymalizować współczynnik mocy, który bezpośrednio wpływa na wysokość rachunku.

Zrównoważony rozwój i presja regulacyjna. Unia Europejska konsekwentnie zaostrza wymagania dotyczące raportowania wpływu środowiskowego firm. Dyrektywa CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) obejmuje obowiązkiem szczegółowego raportowania niefinansowego coraz więcej przedsiębiorstw. Kontrahenci – głównie duże korporacje

realizujące cele net-zero – coraz częściej wymagają danych o emisyjności produkcji. Firma, która nie potrafi udokumentować zużycia energii, może wręcz wypaść z łańcucha dostaw.

Żywotność maszyn i koszty utrzymania. Mało kto łączy zarządzanie energią z długością życia maszyn – a związek ten jest bezpośredni. Silniki elektryczne, napędy, transformatory i aparatura łączeniowa zaprojektowane są do pracy w określonych zakresach mocy i temperatur. Przeciążenia, napięcia udarowe, harmoniczne i asymetria faz skracają żywotność urządzeń, prowadzą do przyspieszonego zużycia izolacji uzwojeń i w konsekwencji do nieplanowanych awarii. System monitorowania parametrów jakości zasilania wykrywa te anomalie, zanim przerodzą się w poważne usterki – co oznacza niższe koszty serwisu, mniejsze ryzyko przestojów i dłuższą żywotność parku maszynowego.

Bezpieczeństwo instalacji i niezawodność. Awarie zasilania i błędy w instalacji elektrycznej to jedno z głównych źródeł pożarów przemysłowych. Zaawansowane systemy zarządzania energią pełnią tu również funkcję systemu wczesnego ostrzegania: prowadzą ciągłe monitorowanie obciążenia torów prądowych, wykrywają lokalny wzrost temperatury, identyfikują łuki elektryczne i sygnalizują przeciążenia. W środowiskach, w których awaria zasilania oznacza zatrzymanie linii produkcyjnej i wielogodzinny przestój, wartość prewencyjnego monitoringu staje się oczywista.

Programy DSR i elastyczność poboru. Niewielu producentów zdaje sobie sprawę, że dobrze zarządzane zużycie energii może być także źródłem dodatkowych przychodów z programów elastyczności. Programy Demand Side Response (DSR) pozwalają dużym odbiorcom energii zarabiać na tym, że mogą czasowo ograniczyć lub przesunąć swój pobór na polecenie operatora sieci. Warunkiem uczestnictwa jest jednak automatyczne, zdalne sterowanie obciążeniem i wiarygodny pomiar – a więc dokładnie to, co daje system EMS.

| Elementy techniczne – co wchodzi w skład nowoczesnego systemu?

Przegląd rynku pokazuje, że ekosystem urządzeń i rozwiązań, które składają się na system zarządzania energią jest bardzo szeroki.

Do najważniejszych należą:

- inteligentne liczniki i analizatory sieci – urządzenia rejestrujące nie tylko zużycie energii czynnej, ale także harmoniczne, współczynnik mocy, asymetrię faz i jakość napięcia. Dane te są nieocenione w diagnozowaniu przyczyn awarii i optymalizacji poboru.
- napędy i falowniki z rekuperacją – nowoczesne napędy pozwalają odzyskiwać energię podczas hamowania. W zakładach z dużą liczbą napędów (przenośniki, prasy, supporty) skala tego odzysku może być zaskakująco wysoka.
- kompensacja mocy biernej – baterie kondensatorów lub aktywne filtry harmonicznych pozwalają poprawić współczynnik mocy i wyeliminować harmoniczne obciążające sieć. Przekłada się to bezpośrednio na niższy rachunek za energię i mniejsze obciążenie transformatora.
- systemy UPS i magazynowania energii – integracja zasilania awaryjnego z baterijnymi magazynami energii pozwala nie tylko chronić produkcję przed zanikami napięcia, ale także buforować szczyty poboru mocy i obniżyć opłaty mocowe.
- inteligentne rozdzielnice i aparatura z komunikacją – wyłączniki mocy, zabezpieczenia i odłączniki wyposażone w moduły komunikacyjne umożliwiają zdalne monitorowanie stanu, zdalne włączanie i wyłączanie oraz rejestrację zdarzeń elektrycznych.

Co zyskuje zakład produkcyjny?

Wdrożenie systemu zarządzania energią przynosi korzyści, które można zmierzyć i pokazać w arkuszu kalkulacyjnym. Samą racjonalizacją zużycia – bez kapitałochłonnych inwestycji w nowe maszyny – można zredukować koszty energii o 10–30%. Do tego dochodzi wydłużenie ресурсu napędów, skrócenie czasów przestojów dzięki wczesnemu wykrywaniu anomalii zasilania oraz lepsza jakość produktu wynikająca ze stabilniejszego zasilania maszyn produkcyjnych.

Nie mniej ważna jest gotowość do audytów energetycznych i certyfikacji ISO 50001 – coraz częściej wymaganej przez dużych odbiorców jako warunek podpisania kontraktu. Dobrze skonfigurowany system EMS otwiera drogę do udziału w rynkach elastyczności i programach DSR. W ten sposób zakład przestaje być biernym odbiorcą energii i staje się aktywnym uczestnikiem rynku elektroenergetycznego.

Energia to zmienna, którą można i należy aktywnie zarządzać. Dlatego zarządzanie energią w systemach automatyki przemysłowej stało się elementem rachunku ekonomicznego, narzędziem zarządzania ryzykiem i warunkiem utrzymania konkurencyjności. Zakłady, które już optymalizują zużycie, zyskują przewagę, której szybko nie da się nadrobić. **MM**

Postaw na bezsmarowe rozwiązania!



GO ZERO Lubrication!



Umów się na wizytę z naszym ekspertem, na żywo lub on-line!



igus® Sp. z o.o.
ul. Działkowa 121C
02-234 Warszawa
Tel. +48 22 863 57 70
info-pl@igus.net

igus®.pl

NOWOCZESNE TECHNOLOGIE

Czym jest inteligentna fabryka?

Inteligentna fabryka to jedno z tych pojęć, które w ostatnich latach zdominowały branżową narrację. Pojawia się na konferencjach, w strategiach zarządów i ofertach dostawców technologii. Ale co tak naprawdę kryje się za tym terminem?

Jakub Kleczkowski

Odpowiedź nie jest prosta, bo smart factory to nie jeden produkt ani jedno wdrożenie. To raczej ekosystem wzajemnie powiązanych koncepcji i technologii, które razem zmieniają sposób funkcjonowania zakładów produkcyjnych. Kluczowe składowe tego ekosystemu to: Przemysł 4.0, Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT), cyfrowe bliźniaki, uczenie maszynowe i wskaźnik OEE. Każde z tych pojęć zasługuje na osobne omówienie, bo każde pełni w tej układance inną, niezastąpną rolę.

| Przemysł 4.0 – cyfrowa rewolucja w hali produkcyjnej

Przemysł 4.0 to termin, który opisuje czwartą rewolucję przemysłową – po mechanizacji, elektryfikacji i automatyzacji przyszedł czas na pełną integrację technologii cyfrowych z procesami wytwórczymi. Nie chodzi jednak o samą obecność komputerów czy robotów w fabryce. Chodzi o to, aby maszyny, systemy i ludzie komunikowali się w czasie rzeczywistym, a dane generowane w każdym punkcie łańcucha wartości były wykorzystywane do podejmowania lepszych decyzji.

Przemysł 4.0 obejmuje szeroki katalog technologii i podejść: od Internetu Rzeczy i systemów cyber-fizycznych, przez chmurę obliczeniową i zaawansowaną analitykę danych, aż po robotykę współpracującą i rozszerzoną rzeczywistość. W kontekście zakładu produkcyjnego koncepcja ta dotyczy każdego etapu – projektowania, prototypowania z wykorzystaniem obróbki CNC czy druku addytywnego, automatyzacji linii produkcyjnych, zarządzania dostawami i śledzenia przesyłek, a wreszcie obsługi posprzedażowej. Przemysł 4.0 jest więc transformacją całego ekosystemu operacyjnego firmy.

| IIoT – nerwy inteligentnej fabryki

Jeśli Przemysł 4.0 jest filozofią, to Przemysłowy Internet Rzeczy (Industrial Internet of Things – IIoT) jest jej fizyczną realizacją. To rozległa sieć czujników, urządzeń, sterowników i oprogramowania, które zbierają dane z hali produkcyjnej i przesyłają je do systemów analitycznych – często w czasie rzeczywistym, nieprzerwanie, przez całą dobę. Temperatury, ciśnienia, drgania, zużycie energii, czas cyklu maszyny, poziom zapasów – wszystko to staje się danymi, które zamiast ginąć w segregatorach, trafiają wprost do algorytmów.

Różnica między zwykłym Internetem Rzeczy (IoT) a jego przemysłową odmianą jest istotna. IIoT działa w znacznie bardziej wymagających warunkach – musi być odporny na wibracje, zapylenie, ekstremalne temperatury i zakłócenia elektromagnetyczne. Musi też spełniać rygorystyczne wymogi niezawodności i bezpieczeństwa, bo awaria w przemysłowym systemie

sterowania może oznaczać realne straty finansowe albo zagrożenie dla ludzi.

Dane zbierane przez IIoT są paliwem dla pozostałych komponentów inteligentnej fabryki. Bez nich cyfrowy bliźniak pozostaje statyczną makietą, a uczenie maszynowe nie ma danych do analizy. W tym sensie IIoT pełni w smart factory rolę układu nerwowego – przenosi impulsy z każdego zakątka organizmu do centralnego ośrodka decyzyjnego.

| Cyfrowe bliźniaki – wirtualne laboratorium dla świata fizycznego

Koncepcja cyfrowego bliźniaka (digital twin) od kilku lat nieustannie zyskuje na znaczeniu. Trudno się temu dziwić – wymierne korzyści, jakie przynosi wdrożenie tej technologii, sprawiają, że producenci z wielu branż chętnie po nią sięgają. W uproszczeniu chodzi o stworzenie wirtualnego odpowiednika realnego obiektu – maszyny, instalacji produkcyjnej, a nawet całego zakładu – który na bieżąco odzwierciedla to, co dzieje się w świecie fizycznym.

W praktyce przemysłowej digital twin pozwala symulować zachowanie maszyny przy różnych parametrach pracy, oceniać skutki planowanych modernizacji bez zatrzymywania produkcji, a także prowadzić konserwację predykcyjną – reagując na nieprawidłowości, zanim dojdzie do awarii. Firmy, które wprowadzą te zmiany w życie, mogą liczyć na redukcję kosztów utrzymania maszyn i wzrost efektywności produkcji.

| Uczenie maszynowe – fabryka, która się uczy

Uczenie maszynowe (machine learning) to dziedzina sztucznej inteligencji, w której algorytmy nie działają według sztywno zaprogramowanych reguł, lecz samodzielnie wyciągają wnioski z danych i doskonalą swoje przewidywania w miarę napływu nowych informacji. W środowisku przemysłowym to rozróżnienie ma fundamentalne znaczenie: maszyny produkcyjne generują tak duże ilości danych o złożonych wzajemnych zależnościach, że tradycyjne podejście po prostu nie nadąża.

Zastosowania uczenia maszynowego w smart factory są bardzo szerokie. W obszarze utrzymania ruchu algorytmy potrafią wykrywać subtelne anomalie w sygnałach z czujników – drgania o nieco zmienionym spektrum, wzrost temperatury w nieoczekiwanym miejscu, nieregularność w pobieraniu prądu – i ostrzegać operatorów z odpowiednim wyprzedzeniem. W kontroli jakości sieci neuronowe analizują zdjęcia produkowanych elementów szybciej i dokładniej niż ludzkie oko, wychwytyując defekty, które mogłyby umknąć nawet doświadczonemu pracownikowi.

MM Komentarz

**Janetta Sałek**

Dyrektor marketingu / Członek zarządu
EVER

Jaka będzie rola UPS-ów w fabrykach przyszłości?

W fabrykach przyszłości rola zasilaczy UPS będzie bardzo duża, ponieważ nowoczesna produkcja coraz silniej opiera się na automatyce, robotyzacji, komunikacji IT/OT i przetwarzaniu danych w czasie rzeczywistym. W takim środowisku problemem nie są wyłącznie całkowite zaniki zasilania, ale również krótkotrwałe zapady napięcia i pogorszenie jego jakości, które mogą powodować błędy pracy sterowników PLC, systemów SCADA, paneli HMI, robotów, systemów wizyjnych czy infrastruktury sieciowej.

W praktyce UPS staje się więc nie tylko źródłem podtrzymania, ale elementem stabilizującym pracę całego procesu technologicznego, ograniczającym ryzyko przestojów, strat materiałowych, utraty danych i kosztownych restartów linii. Im bardziej zakład produkcyjny zbliża się do modelu smart factory, tym większe znaczenie ma przewidywalne i wysokiej jakości zasilanie dla ciągłości, bezpieczeństwa i efektywności operacyjnej.

Wdrożenie uczenia maszynowego wymaga jednak trzech rzeczy, które w wielu zakładach wciąż stanowią wyzwanie: odpowiedniej jakości i ilości danych historycznych, infrastruktury obliczeniowej zdolnej do ich przetwarzania i kompetencji – ludzi, którzy rozumieją zarówno proces produkcyjny, jak i matematykę stojącą za algorytmami. Brak tych elementów może sprawić, że nawet najbardziej zaawansowany model uczenia maszynowego będzie zawodny.

| OEE – miara tego, co faktycznie wypracowuje maszyna

Wszystkie opisane wyżej technologie służą w ostatecznym rozrachunku jednemu celowi: sprawić, aby fabryka działała lepiej. Ale jak to mierzyć? W tym miejscu pojawia się wskaźnik OEE (Overall Equipment Effectiveness), czyli ogólna efektywność wyposażenia. To jedno z najważniejszych narzędzi analitycznych w arsenale nowoczesnego zarządzania produkcją.

OEE określa, jaki procent zaplanowanego czasu produkcji jest faktycznie produktywny. Wskaźnik ten składa się z trzech czynników mnożonych przez siebie: dostępności (czy maszyna pracowała wtedy, kiedy powinna?), wydajności (czy pracowała z właściwą prędkością?) i jakości (czy wytwarzała wyroby bez braków?).

Siła OEE tkwi w jego prostocie i konkretności. Zamiast ogólnego poczucia, że coś nie gra, menedżerowie produkcji otrzymują liczbę, za którą kryją się precyzyjne przyczyny strat.

| Jak te komponenty współpracują

Przemysł 4.0, IIoT, cyfrowe bliźniaki, uczenie maszynowe i OEE nie są od siebie niezależne – tworzą logiczny łańcuch, w którym każde ogniwo wzmacnia pozostałe. IIoT zbiera dane z maszyn i procesów. Cyfrowy bliźniak przekształca te dane w żywy, wirtualny model zakładu. Uczenie maszynowe wyciąga z tego modelu wnioski niedostępne dla ludzkiego umysłu. OEE dostarcza twardych liczb pokazujących efekt wszystkich tych działań. Przemysł 4.0 jest zaś szerszą ramą strategiczną, która nadaje tym technologiom wspólny kierunek.

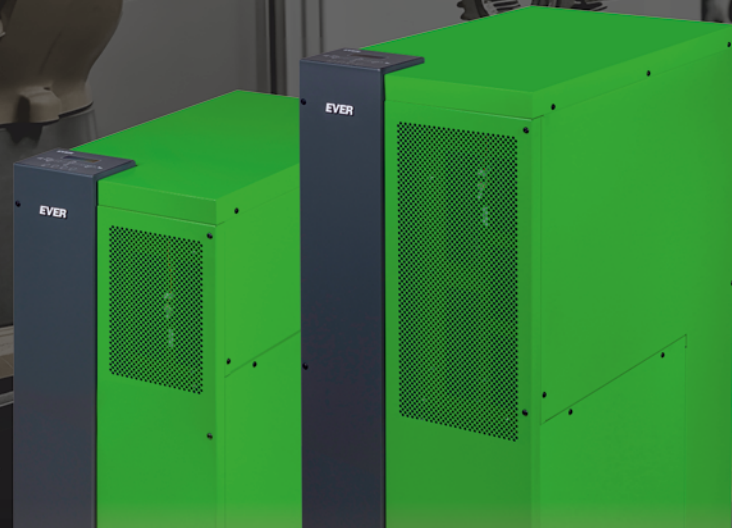
MM

Nie widzisz zaniku. Widzisz przestój.

Zadbaj o ciągłość pracy
linii technologicznych, automatyki
i infrastruktury IT.

POWERLINE GREEN 33 PRO Polski system UPS dla przemysłu

- stabilna praca
automatyki i produkcji
- współpraca z agregatem
- ograniczenie ryzyka
kosztownych przestojów
- redukcja kosztów energii



Bezpłatny dobór UPS
dla przemysłu



ever.eu/centrum-zasilania

Zwijarki BPR z pełną kontrolą parametrów gięcia



źródło: DIG Światała

Gięcie – Zwijarki do rur i profili BPR Curvatrici w wersji CNC to zaawansowane technologicznie rozwiązania, które są przeznaczone do precyzyjnego gięcia łuków, spiral i skomplikowanych kształtów o zmiennym promieniu. Maszyny

umożliwiają obróbkę rur o średnicach od 10 do 320 mm oraz profili o przekrojach do 320×20 mm, zachowując najwyższą jakość i powtarzalność detali.

Kluczowym elementem systemu jest sterowanie PROBEND, które pozwala na pełną automatyzację procesu, intuicyjne programowanie wieloetapowych cykli gięcia oraz kontrolę prędkości posuwu i obrotu. Dzięki trzem napędzanym rolkom oraz stabilnemu prowadzeniu materiału możliwe jest gięcie bez deformacji, nawet w przypadku cienkościennych elementów.

Solidna konstrukcja zapewnia wysoką sztywność i eliminuje ryzyko odkształceń. Zwijarki BPR znajdują zastosowanie w konstrukcjach stalowych, energetyce, przemyśle motoryzacyjnym i produkcji elementów architektonicznych, gdzie liczy się precyzja i niezawodność procesu.

Nowoczesne systemy mocowania do obróbki metali

Systemy mocowania – Firma HEINRICH KIPP WERK rozszerza swoją ofertę o nowe grupy produktowe SOLIDLine i SOLIDBolt, dedykowane nowoczesnym systemom



źródło: KIPP

mocowania w branży obróbki metali. Nowe rozwiązania odpowiadają na rosnące wymagania w zakresie precyzji, elastyczności i skracania czasów przebrojeń.

Systemy z rodziny SOLIDLine obejmują m.in. imadła samocentrujące oraz mechaniczne systemy mocowania z punktem zerowym, które umożliwiają szybkie i powtarzalne pozycjonowanie detali. Dzięki zoptymalizowanej konstrukcji zapewniają wysokie siły mocujące i dużą dokładność. Doskonale sprawdzają się przy wymagającej obróbce na maszynach 5-osiowych.

Uzupełnieniem oferty jest SOLIDBolt – innowacyjne rozwiązanie bazujące na technologii punktu zerowego, z napędem mechanicznym. System wykorzystuje kołki zamocowane na stałe w płytach bazowych, co pozwala wyposażyć stoły maszynowe w sposób bardziej ekonomiczny i elastyczny, przy zachowaniu wysokiej dokładności pozycjonowania (do 0,005 mm).

Nowe produkty KIPP to odpowiedź na potrzeby przemysłu w zakresie optymalizacji kosztów, zwiększenia wydajności i standaryzacji procesów produkcyjnych.

Szybkie i dokładne mocowanie

Systemy mocowania

– Zmiana średnicy, założenie detalu, uruchomienie produkcji – wszystko trwa niewiele dłużej niż przeczytanie tych słów. Pytanie, czy istnieją takie centra to-karskie, pozostaje



źródło: ARCO

otwarte – ale odpowiedź na pytanie o uchwyty jest jednoznaczna. Hainbuch to system, w którym każda tuleja mocująca ma gwarancję dokładności mocowania prosto z pudełka.

10 mikronów – to maksymalne bicie, którego można się spodziewać na zamocowanym detalu. Bez przetaczania, bez ustawiania szczęk. Tuleja wymieniana jest w kilka sekund i na tym kończą się wymagania wobec użytkownika. Co w sytuacji, gdy gabaryty detalu wykraczają poza zakres mocowania tulejowego? Z pomocą przychodzi Centrotex – rozwiązanie umożliwiające szybką wymianę całych uchwytów z powtarzalnością 3 mikronów. Oznacza to przykładowe przebrojenie maszyny z produkcji detali $\varnothing 20$ na $\varnothing 300$ w kilka minut, bez konieczności ustawiania oprzyrządowania. To wygoda pracy, która zwraca się momentalnie – poprzez ograniczenie kosztów przestoju maszyny do absolutnego minimum.

Kompaktowa precyzja i maksymalna efektywność

Pomiary – QM-Fit to kompaktowa, manualna maszyna pomiarowa z ekranem dotykowym japońskiego producenta Mitutoyo. Umożliwia ona natychmiastowy pomiar dzięki automatycznemu rozpoznawaniu geometrii.

QM-Fit oferuje zakres pomiarowy 115×75 mm i rozdzielczość regulowaną aż do 0,0001 mm. System optyczny z obiektywem telecentrycznym zapewnia głębię ostrości 36 mm i powiększenie 1–100x. Wysokorozdzielcza 20-megapikselowa kolorowa kamera pozwala obserwować detale i rejestrować zdjęcia. Automatyczne wykrywanie elementów, funkcja markerów, wirtualne suwmiarki i powtarzalność pomiarów skracają czas i podnoszą jakość kontroli.

Wyniki prezentowane są jako nakładka wizualna z natychmiastowym oznaczeniem pass/fail, a także w postaci cyfrowej tabeli danych pomiarowych. Przewodnik krok po kroku ułatwia obsługę nawet początkującym. QM-Fit, to idealne narzędzie głównie do precyzyjnej kontroli drobnych części.



źródło: Mitutoyo

Preparat do zabezpieczania grzebieni

Cięcie laserem – Slat Guard od Eagle Lasers to innowacyjne rozwiązanie, które zwiększa wydajność procesów cięcia laserowego poprzez skuteczną ochronę rusztów. Preparat tworzy podczas pracy niewidoczną warstwę ochronną, która ogranicza przywieranie żużla, ułatwia czyszczenie i znacząco wydłuża żywotność elementów stołu roboczego.



źródło: Eagle Lasers

Dzięki temu Slat Guard redukuje przestoje, koszty konserwacji, a także częstotliwość wymiany komponentów. Produkt jest w 100% naturalny i biodegradowalny, a jednocześnie bezpieczny dla dalszych procesów.

Aplikacja preparatu odbywa się za pomocą dedykowanego urządzenia natryskowego, które zapewnia równomierne pokrycie powierzchni i szybkie wdrożenie – cały proces zajmuje mniej niż minutę. Slat Guard działa skutecznie przy różnych mocach lasera. To praktyczne rozwiązanie dla firm, które chcą ciąć więcej, ale jednocześnie czyścić rzadziej i optymalizować koszty produkcji.

10-osiowa maszyna CNC do obróbki profili stalowych

Maszyny obróbcze –

3 ADM 1200 to innowacyjna 10-osiowa maszyna CNC do obróbki profili stalowych, którą zaprojektowano z myślą o wysokiej wydajności i powtarzalności procesów. Maszyna



źródło: Polteknik/Akyapak

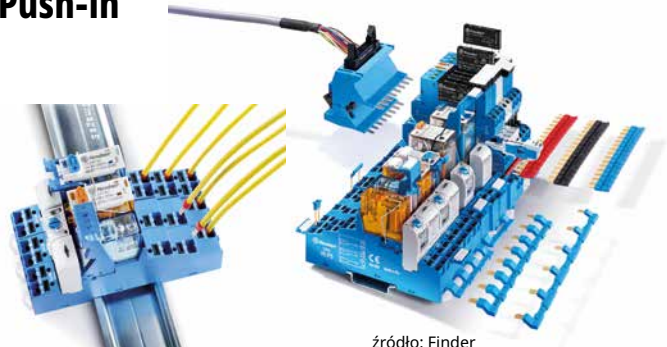
wyposażona jest w trzy niezależne wrzeciona oraz trzy głowice robocze pracujące w trzech płaszczyznach, co umożliwia jednoczesną obróbkę materiału z trzech stron i znacząco skraca czas cyklu. Ruch głowicy w osi Z do 500 mm zwiększa zakres oraz precyzję pracy.

Sztywne, spawane konstrukcje stalowe, automatyczna wymiana narzędzi oraz system chłodzenia cieczą i sprężonym powietrzem zapewniają stabilną i efektywną pracę w warunkach produkcji przemysłowej.

Centrum realizuje wiercenie, rozwiercanie, gwintowanie, pogłębianie, frezowanie, cięcie i znakowanie. Zakres wiercenia wynosi od 10 do 50 mm, prędkość obrotowa sięga 3000 obr./min, a maksymalna szerokość obrabianego profilu to 1200 mm.

Maszyna 3 ADM12 jest konfigurowana w linię zawierającą stoły podawcze i odbiorcze z automatycznym podawaniem materiału. Dodatkowo linię można doposażyć w piłę do odcinania oraz stoły transferowe w celu ułatwienia załadunku i rozładunku profilu.

System przekaźnikowy z zaciskami Push-in



źródło: Finder

Przekaźniki – MasterIN System firmy Finder łączy w sobie 4 istniejące serie Modułowych Przekaźników Interfejsowych, które różnią się od siebie prądem znamionowym oraz liczbą zestyków, a także różnorodnymi gniazdami i akcesoriami.

Zaciski Push-in zapewniają szybkie podłączenie przewodów jednożyłowych lub wielożyłowych zakończonych tulejką poprzez bezpośrednie wciśnięcie ich do zacisku. Zacisk, w celu wyjęcia przewodu, można otworzyć, przyciskając przycisk za pomocą śrubokrętu lub palca. Gdy zastosowana jest linka bez tulejki, konieczne jest użycie przycisku zarówno przy wkładaniu, jak i wyciąganiu.

Bardzo szeroka gama dodatków i akcesoriów tworzy z systemu MasterIN narzędzie, które pozwala na implementację automatyki w wielu aspektach. System może stać się narzędziem wykonawczym w przemyśle, służyć do separacji sterowników PLC, a także mieć szereg zastosowań w automatyce budynkowej lub e-mobilności.

Przekaźniki DC do systemów magazynowania energii i ładowarek EV

Przekaźniki – OMRON Electronic Components Europe wprowadził do oferty przekaźniki prądu stałego do montażu na płytach PCB, przeznaczone do izolacji w systemach magazynowania energii (ESS) oraz w szybkich ładowarkach pojazdów elektrycznych.



źródło: OMRON Electronic

Seria G9KD pracuje przy napięciu do 1500 V DC i obsługuje prąd załączania 100 A oraz prąd ciągły i rozłączania na poziomie 150 A. Rozwiązanie

znajduje swoje zastosowanie m.in. w układach kondycjonowania energii oraz w sterownikach ładowarek, a także w systemach zarządzania mocą ładowania.

Co istotne: przekaźniki mogą zastępować tradycyjne styczniki, umożliwiając integrację z PCB i automatyzację montażu. Przy napięciach magistrali od 1000 V wspierają rozwój systemów magazynowania energii i infrastruktury ładowania.

Obudowa o wymiarach 60,5×43,5×56,5 mm pozwala na kompaktową konstrukcję urządzeń. Odstęp między stykami wynosi 6 mm, a rezystancja początkowa poniżej 4 mΩ. Opcjonalne styki pomocnicze 1 A (typ 1b) służą do diagnostyki.

MM Stopka redakcyjna

MM MAGAZYN PRZEMYSŁOWY
ISSN 0945-5485

REDAKCJA

Adres:
ul. Strzegomska 42AB, 53-611 Wrocław
magazynprzemyslowy@ravenmedia.pl
magazynprzemyslowy.pl

Redaktor naczelny:

Paweł Kruk
pawel.kruk@ravenmedia.pl

Redaktor wydania:

Wojciech Traczyk, tel. 537 568 468
wojciech.traczyk@ravenmedia.pl

Redakcja:

Bogdan Kruk, tel. 608 600 120
bogdan.kruk@ravenmedia.pl

Jakub Kleczkowski
jakub.kleczkowski@ravenmedia.pl

Redakcja językowa:

Anna Wasilewska-Stawiak

Redakcja graficzna i skład:

Eliza Przewoska
Iwona Piśmienny-Ścibor

REKLAMA

Joanna Korwin-Kijuc
tel. 608 600 104
joanna.korwin@ravenmedia.pl

Renata Świdarska
tel. 570 387 104
renata.swidarska@ravenmedia.pl

PRENUMERATA

prenumerata@ravenmedia.pl

Druk i oprawa:

Grupa INTROMAX Sp. z o.o., Kraków

WYDAWCA

Raven Media Sp. z o.o.
ul. Strzegomska 42AB, 53-611 Wrocław
NIP 897-17-67-168, REGON 021366963

Dyrektor zarządzający:

Paweł Kruk

Licencja:

© The Polish edition of

MM Magazyn Przemysłowy 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

„MM Maschinenmarkt”

by Vogel Business Media GmbH & Co. KG,
97082 Würzburg/Germany

Wszelkie prawa zastrzeżone:

– Raven Media Sp. z o.o.
– „MM Magazyn Przemysłowy”

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 nazwy towarów występujące w niniejszej publikacji są znakami towarowymi zastrzeżonymi lub nazwami zastrzeżonymi odpowiednich firm właścicieli i zostały zamieszczone wyłącznie celem identyfikacji. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

Fotokładka: Adobe Stock – MAY & AI Generated

MM
Magazyn Przemysłowy

4 · Kwiecień 2026
magazynprzemyslowy.pl

MM na świecie:

 NIEMCY

MM Maschinenmarkt,
www.maschinenmarkt.de

 SZWAJCARIA

SMM Schweizer Maschinenmarkt,
www.smm.ch
MSM Le Mensuel de l'industrie,
www.msm.ch

 AUSTRIA

MM das österreichische
Industriemagazin,
www.maschinenmarkt.at

 CZECHY

MM Průmyslové spektrum,
www.mmspektrum.com

 WĘGRY

MM Műszaki Magazin,
www.mm-online.hu

 TAJLANDIA

MM The Industrial Magazine,
www.mmthailand.com

 CHINY

MM Xiandai Zhizao,
www.vogel.com.cn

ravenmedia

 VOGEL COMMUNICATIONS GROUP 

Toyota zwiększa wykorzystanie zużytych materiałów



źródło: Toyota

W Fabrykach Zrównoważonego Obiegu Toyota rozwija nową filozofię działania, która umożliwia wykorzystywanie materiałów przez znacznie dłuższy czas. Jednym z przykładów jest zamknięty obieg aluminium w zakładzie Burnaston w Wielkiej Brytanii.

Aluminium odzyskane z felg aluminiowych jest przetwarzane i przygotowywane do ponownego użycia, a następnie dostarczane do fabryki Toyota w Deeside, gdzie trafia do produkcji podzespołów silników. Te hybrydowe jednostki napędowe wracają później do Burnaston, gdzie są montowane w nowych Toyotach Corolla,

co skutecznie zamyka obieg tego materiału – od koła aż po silnik.

19 marca br. z linii montażowej zjechał pierwszy samochód, który powstał w ramach tego cyrkularnego procesu. To znaczący krok naprzód w realizacji ambicji Toyoty, która polega na zwiększeniu wykorzystania materiałów oraz części pochodzących z odzysku, recyklingu i ponownego użycia.

Toyota już zapowiada wdrożenie tego systemu w kolejnych swoich fabrykach. Na podstawie zdobytych doświadczeń druga Fabryka Zrównoważonego Obiegu uruchomiona będzie w tym roku w Polsce w Wałbrzychu.

Zamienią wodę morską w zielone paliwo

Większość znanych technologii produkcji tzw. zielonego wodoru wymaga dużych ilości czystej wody, której na świecie coraz bardziej brakuje. Odpowiedzią na ten problem ma być projekt Sea4Volt, w którym uczestniczy Politechnika Gdańska.

Naukowcy z PG wraz z partnerami z całej Europy pracują nad elektrolizerem zasilanym bezpośrednio wodą morską. Rozwiązanie to może zrewolucjonizować sposób produkcji zielonego wodoru, nie obciążając zasobów wody słodkiej.

Celem projektu jest opracowanie nowej koncepcji niskotemperaturowego elektrolizera membranowego (AEM – Anion Exchange Membrane), który będzie działał wydajnie, selektywnie i trwale, korzystając



źródło: Freepik – wirestock

z wody morskiej o lekko zasadowym pH.

Żeby to osiągnąć, konsorcjum Sea4Volt rozwija nowe materiały i komponenty: katalizatory, membrany, powłoki ochronne, płyty bipolarne czy systemy uszczelnień. Zastosowanie odpornych na korozję materiałów i membran wolnych od związków PFAS pozwoli na uzyskanie taniego i ekologicznego systemu elektrolizy, odpornego na działanie soli i trudnych warunków środowiskowych.

Regionalne targi połączeń śrubowych

Miejsce spotkań ekspertów, innowacji
i kontaktów biznesowych



SCHRAUBTEC
PO PROSTU DOBRE POŁĄCZENIA



BARCELONA
Hiszpania
21.05.2026

KATOWICE
Polska
15.09.2026

DREZNO
Niemcy
3.11.2026

HANOWER
Niemcy
17.06.2026

STUTTART
Niemcy
16.04.2026

LANDSHUT
Niemcy
26.02.2026

BOCHUM
Niemcy
30.09.2026

W 2026 roku targi SchraubTec ponownie zawitają do Polski

Na targach będzie można poznać ekspertów w dziedzinie połączeń śrubowych, technologii śrubowej, narzędzi śrubowych, a także zaopatrzenia, zakupów i zarządzania elementami złącznymi. Podczas praktycznych wykładów i wystawy będzie można ugruntować swoją specjalistyczną wiedzę i umiejętności w zakresie bezpiecznych połączeń śrubowych w przemyśle.

Zostań wystawcą

Dodatkowe informacje:
SchraubTecPolska@ravenmedia.pl
Tel. +48 608600110

Odwiedź targi

Zarejestruj się
i pobierz bezpłatną wejściówkę
www.schraubtec.com/pl/katowice



Organizator
VOGEL COMMUNICATIONS
GROUP

Ambasador marki
HERMES
TOOLS

Partner medialny
autoEXPERT

MM
Magazine Przemysłowy

elektro
technik
AUTOMATYKA

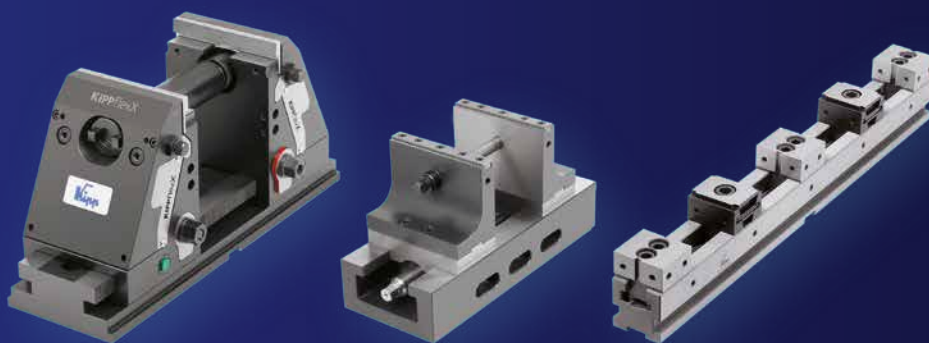
raven
media



**WIĘCEJ
NIŻ
STANDARD**



TECHNOLOGIA MOCUJĄCA | STANDARDOWE ELEMENTY MASZYN | ELEMENTY MANIPULACYJNE



*Kompetencje producenta
od 1919 roku.*

www.kipp.pl

