

# napędy i sterowanie

miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny

Nr 6 (290)

Rok XXV  
Czerwiec 2023

ISSN 1507-7764  
Indeks 36018X

Cena: 21,60 zł  
(w tym 8% VAT)

napędy • automatyka przemysłowa • energoelektronika • aparatura kontrolno-pomiarowa • mechatronika • systemy zasilające  
układy zabezpieczeń • hydraulika • pneumatyka • robotyka • systemy transportowe • utrzymanie ruchu



**stomil**  
BYDGOSZCZ

Dowiedz się więcej  
dlaczego warto wybierać  
sprawdzone produkty  
przeczytaj artykuł na stronie 18

WSPÓŁTWORZYMY  
**siłę przemysłu**

uszczelnienia gumowe i wyroby formowe

węże przemysłowe

plyty i wykładziny gumowe

przewody i węże hydrauliczne

# Niezależnie od kombinacji – wygrywasz!

Indywidualne rozwiązania napędu w 48 godzin - zamówienia od 1 sztuki wzwyż.

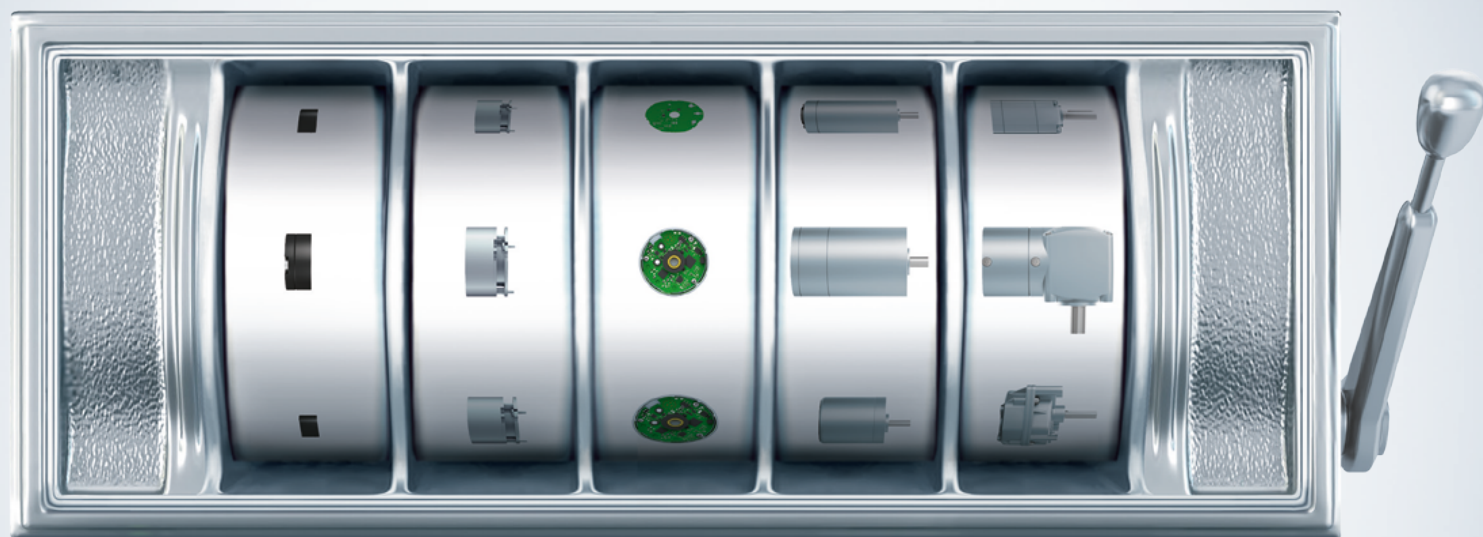
Idealne rozwiązanie dla każdego zastosowania - dzięki konstrukcji modułowej.

- Różne konfiguracje silników w zakresie mocy od 10 do 750 W
- Możliwość zastosowania w dowolnej kombinacji z głowicami przekładniowymi, hamulcami, enkoderami i elektroniką
- Elektronika do pracy z regulacją prędkości, momentu obrotowego i położenia

Preferowane typy gotowe do wysyłki w 48 godzin.  
Więcej informacji istotnych dla Państwa aplikacji: [ebmpapst.com/idt-configurator](http://ebmpapst.com/idt-configurator)

**ebmpapst**

engineering a better life



Enkoder

Hamulec

Elektronika

Silnik

Przekładnia



Adres redakcji:  
47-400 Racibórz  
ul. Środkowa 5  
tel. 32 755 19 17  
e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; www.nis.com.pl

Redaktor naczelna: Katarzyna Zając  
tel. 32 755 19 17 • e-mail: redakcja.nis@drukart.pl

Redaguje zespół: Katarzyna Zając, Ludmiła Urbińska,  
Ryszard Klencz

Redaktor statystyczny: Ludmiła Urbińska  
tel. 32 755 23 23 • e-mail: nis@drukart.pl

Redakcja techniczna: Aleksander Zagdański

Marketing:

- Aleksandra Misiewicz  
tel. 32 755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl
- Patrycja Hoszycka  
tel. 32 755 24 55 • e-mail: marketing7@drukart.pl

Dział prenumerat: Norbert Klencz  
tel. 502 132 515 • e-mail: prenumerata@drukart.pl

Podstawowa korekta tekstu: Ewa Halewska-Karaśkiewicz

Rada Programowa:

- prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kolek – przewodniczący
- prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Balawender
- prof. Marek Bergander
- prof. zw. dr hab. inż. Witold Byrski
- dr inż. Rafał Hein
- prof. inż. Jaroslav Homišin
- dr inż. Ryszard Jasiński
- prof. zw. dr hab. inż. Marek Jaszczuk
- prof. zw. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz
- dr hab. inż. Grzegorz Karoń
- prof. Mykola Karpenko
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski
- dr hab. inż. Roman Krok
- prof. zw. dr hab. inż. Igor Piotr Kurytnik
- dr inż. Jacek Paraszcza
- prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski
- dr hab. inż. Krzysztof Pietrusiewicz
- prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Pirog
- prof. Jacek S. Stecki
- dr hab. inż. Michał Stosiak
- dr inż. Zbigniew Szulc
- prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz
- prof. zw. dr hab. inż. Edward Tomasiak
- dr inż. Grzegorz Wiciak

Redaktor tematyczny: prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kolek

Wydawca: Wydawnictwo Druk-Art SC  
47-400 Racibórz, ul. Środkowa 5

Patronat honorowy:



Instytut Konstrukcji  
i Eksploatacji Maszyn  
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki  
i Inżynierii Biomedycznej  
Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji  
i Eksploatacji Maszyn  
Politechniki Łódzkiej

Punktacja MNiSW za publikację naukowe wynosi 5 pkt (poz. 1652).  
Przyłączając się do realizacji idei Otwartej Nauki, udostępniamy bezpłatnie  
powierzchnię na artykuły naukowe publikowane w miesięczniku  
naukowo-technicznym „Napędy i Sterowanie”.

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów  
niezamówionych.  
Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiacji tekstów.  
Przedrukowywanie materiałów lub ich części tylko za zgodą pisemną redakcji.  
Redakcja deklaruje, że pierwotną wersją wydawanego miesięcznika  
„Napędy i Sterowanie” jest wersja drukowana (papierowa).  
„Wydarzenia” wybrano z materiałów prasowych firm.

## Szanowni Państwo!

Z pozoru wydawałoby się, że właściwie wszystko, co związane jest z postępem naszego życia już zostało odkryte. Tymczasem nieustannie epatowani jesteśmy informacjami na temat nowych wynalazków. Z pewnością XXI wiek to czas technologicznych innowacji. Nie mamy tu na myśli wyłącznie odkryć, które zmieniają oblicze różnych gałęzi przemysłu i stymulują rozwój gospodarczy, ale także wynalazki obecne w codzienności każdego z nas. Tempo technologicznego rozwoju jest wprost niewiarygodne, a wszystko wskazuje na to, że postęp znajduje się dopiero w fazie rozpędu.

Spore zainteresowanie wzbudziły na przykład w ostatnim czasie zaprezentowane na konferencji prasowej w Stanach Zjednoczonych, najnowsze okulary od Apple'a. To okulary rzeczywistości mieszanej, czyli zarazem okulary AR i gogle VR. Całość ma zadziałać pod kontrolą nowego systemu VisionOS. Czy to będzie rewolucja na jaką czekaliśmy?

Ciekawie zapowiada się odkrycie przez naukowców z Uniwersytetu Warszawskiego i z uczelni w Holandii zjawisko tzw. „efektu orzecha brazylijskiego”. Po raz pierwszy wykazali oni eksperymentalnie, że tzw. efekt orzecha brazylijskiego nie wymaga dostarczania energii. Odkrycie może mieć kluczowe znaczenie dla wielu dziedzin nauki i przemysłu. To zaledwie dwa spośród wielu fantastycznych, a przecież bardzo realnych wynalazków, które początek zacerpnęły z pewnością z wizji i chęci zmiany zastanego porządku.

Jednak obok tych przyszłościowych i z pewnością bardzo potrzebnych rozwiązań, pojawia się inny problem, któremu już dziś trzeba stawić czoła. To zagadnienie związane jest oczywiście z poszukiwaniem taniej, a jednocześnie bezpiecznej

dla Ziemi energii. Za fascynującym nas postępem podąża bowiem popyt, który sprawia, iż każdego roku spalamy tyle paliw kopalnych (węgla, ropy naftowej i gazu), ile powstało ich przez pół miliona lat. Zatrważające stają się rozważania na temat możliwości wyczerpywania się złóż, dlatego konieczne jest pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych, takich jak np. wiatr czy słońce.

Nie można zapomnieć też o konsekwencjach ekologicznych. Na negatywne skutki emisji dwutlenku węgla, wynikające ze spalania paliw z pewnością nie trzeba będzie długo czekać. Topnienie lodowców, pożary lasów, zmiany w występowaniu roślin i zwierząt, zaniechanie i zmiany raf koralowych, pustynnienie obszarów niegdyś zielonych oraz ekstremalne zjawiska pogodowe – to aktualnie zauważalne rezultaty następujących zmian, powodowanych ociepleniem klimatu naszej planety. Chcąc więc uniknąć katastrofy klimatycznej, priorytetowe są prace nad opracowaniem technologii i urządzeń pozwalających na pozyskiwanie taniej energii, a także umożliwiających jej oszczędzanie poprzez ograniczenie zużycia prądu, ciepła oraz paliw. Świat bez światła jest dziś równie trudny do wyobrażenia, jak bez niezbędnego do życia powietrza.

Problemy natury ekologicznej stały się także przedmiotem tematyki aktualnego wydania, w którym prezentujemy między innymi Raport IEO „Rynek fotowoltaiki w Polsce 2023” oraz publikację „Energetyka i ochrona środowiska”.

Zapraszam do lektury  
Katarzyna Zając  
Redaktor naczelna





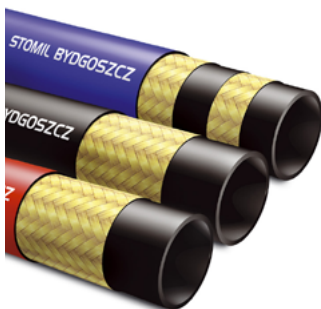
**Str. 8**

Sprężone powietrze w przemyśle i na co dzień



**Str. 12**

Każda aplikacja bazująca na współpracy człowieka z robotem wymaga przeprowadzenia odrębnej oceny bezpieczeństwa. Rozwiązania Pilz gwarancją bezpieczeństwa Twojej aplikacji wykorzystującej robota



**Str. 18**

Wybierz mądrze! Zaoszczędź kupując sprawdzone produkty, spełniające standardy norm europejskich



**Str. 24**

Do 62% mniejsze zużycie sprężonego powietrza dzięki koncentratorowi zarządzania powietrzem nowej generacji - firma SMC wprowadziła nową serię Air Management System! Automatyka przemysłowa, kontrola powietrza i efektywność energetyczna

## CO W NUMERZE

- 6 Nowości techniczne
- 69 Zestawienie firm
- 72 Biblioteka

## Nauka

- 30 Kierunkowość magneto-mechaniczna w stalach krzemowych - teoria i przykłady  
Z. H. Żurek, Gerd Dobmann, Bartosz Chmiela
- 34 Bezsztukowy silnik prądu stałego do napędu rogatekowego  
Z. Goryca, G. Stefański, M. Krzowski, Ł. Michta, M. Kaniewski
- 37 Rynek fotowoltaiki w Polsce
- 47 Bezprzewodowe sieci czujników
- 56 Wpływ podwojenia liczby faz uzwojenia na wybrane parametry 3-fazowego silnika synchronicznego z magnesami trwałymi, na przykładzie silnika napędu eKIT dla pojazdów elektrycznych  
R. Rossa, P. Bogatyrev
- 64 Od Katedry Maszyn Górniczych do Katedry Inżynierii Maszyn i Transportu - 100 lat historii  
K. Kotwica

## Technologie i produkty

- 8 Sprężone powietrze w przemyśle i na co dzień  
Reliance Worldwide Distribution (Europe) Ltd
- 12 Każda aplikacja bazująca na współpracy człowieka z robotem wymaga przeprowadzenia odrębnej oceny bezpieczeństwa. Rozwiązania Pilz gwarancją bezpieczeństwa Twojej aplikacji wykorzystującej robota  
Pilz Polska Sp. z o.o.
- 14 Prostsza automatyzacja fabryk - z sondą radarową VEGAPULS 42  
VEGA Polska sp. z o.o.
- 15 System Diagnostyczny ADS firmy LeineLinde  
TERM Tomasz Sobczak
- 16 Precyzyjne pozycjonowanie: Wybierz idealny stół liniowy pod swoje potrzeby  
IKO NIPPON THOMSON
- 18 Wybierz mądrze! Zaoszczędź kupując sprawdzone produkty, spełniające standardy norm europejskich  
BYDGOSKIE ZAKŁADY PRZEMYSŁU GUMOWEGO „STOMIL” S.A.
- 22 Technologia napędowa dla pakowania końcowego - zalety rozwiązań ze zdecentralizowanym sterowaniem  
NORD Napędy Sp. z o.o.
- 24 Do 62% mniejsze zużycie sprężonego powietrza dzięki koncentratorowi zarządzania powietrzem nowej generacji - firma SMC wprowadziła nową serię Air Management System! Automatyka przemysłowa, kontrola powietrza i efektywność energetyczna  
SMC Industrial Automation Polska Sp. z o.o.
- 28 Moog Animatics przedstawia najnowocześniejszy SmartMotor™ Class 6 D-Style SDS - Automatyka Sp z o.o. Sp.k.





**Str. 42**

TECHNIKA I TECHNOLOGIA PREZENTACJE. Nowa seria przeciwwybuchowych silników ognioszczelnych (wg ATEX) w klasie sprawności IE3

- 42 **TECHNIKA I TECHNOLOGIA PREZENTACJE.** Nowa seria przeciwwybuchowych silników ognioszczelnych (wg ATEX) w klasie sprawności IE3  
A. Owczarzy – GRUPA CANTONI
- 44 **DLM: systemy ochrony gwintów w hydraulice, pneumatyce i motoryzacji.**  
Zielony zwrot, który przynosi korzyści wszystkim  
DLM S.r.l.

## Informacje branżowe

- 25 Międzynarodowe Targi Kolejowe TRAKO Jedziemy dalej!
- 29 DREMA 2023 – dobry kierunek
- 40 Druga edycja najnowocześniejszych targów w Polsce za nami. Sukces Warsaw Industry Automatica
- 54 15. edycja Międzynarodowych Targów Obrabiarek, Narzędzi i Technologii Obróbki TOOLEX odbędzie się w Międzynarodowym Centrum Kongresowym. Katowice ponownie stolicą polskiego przemysłu
- 62 Transformacja wyzwaniem dla przemysłu



**Str. 62**

Transformacja wyzwaniem dla przemysłu



## Indeks reklam

▷ ABUS Crane Systems.....	61, 70	▷ RS Components.....	75
▷ Cantoni Group.....	43	▷ RWC.....	6, 11
▷ DLM TAPPI.....	45	▷ SDS Automatyka.....	28
▷ DREMA.....	29	▷ SENOMA.....	76
▷ ebm-papst.....	2	▷ SPIROL.....	41
▷ IKO NIPPON THOMPSON.....	17	▷ SMC Industrial Automation Polska.....	6, 24
▷ NORD Napędy.....	7, 23	▷ STOMIL Bydgoszcz.....	1, 7
▷ Nowimex.....	53	▷ TAROPAK.....	57
▷ PEMINE.....	35	▷ TERM Tomasz Sobczak.....	6, 15
▷ PILZ Polska.....	7, 13	▷ TOOLEX.....	55
▷ robotyka.pl.....	29	▷ TRAKO.....	27
		▷ VEGA Polska.....	14
		▷ Zrobotyzowany.pl.....	7

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### SharkBite Air zawór kulowy

Nasz zawór kulowy do instalacji pneumatycznych i sprężonego powietrza charakteryzuje się wysoką wydajnością, oszczędnością czasu i pracy. Do jego najważniejszych funkcji zalicza się:

- połączenie na wcisk
- specjalnie zaprojektowany korpus z mosiądzu
- o-ring z nitylu i pierścień chwytający ze stali nierdzewnej
- ciśnienie robocze 18-20 bar
- bezpieczne narzędzie do demontażu
- zabezpieczony, zamykany uchwyt



Seria SharkBite Air umożliwia budowanie szybkich, prostych i niezawodnych instalacji sprężonego powietrza. Złącza dostępne są w rozmiarach od 10 do 54 mm, dzięki solidnemu wykonaniu złączy i zaworów z mosiądzu system jest odporny na wysokie ciśnienia. Spełnia on szereg wymagań i jest idealny do małych i dużych instalacji przemysłowych. Dzięki prostemu systemowi na wcisk rury są natychmiast łączone bez potrzeby użycia silikonu, zgrzewania, lutowania lub klejenia. Połączenie można również rozłączyć za pomocą bezpiecznego przyrządu do demontażu, umożliwia to szybką i łatwą modyfikację instalacji. Złącze zaprojektowano tak, aby połączenie z rurą aluminiową było bezpieczne i pewne. SharkBite Air zapewnia szczelne połączenie. Złącza są również kompatybilne z rurami aluminiowymi, miedzianymi, PEX-a lub wykonanych z poliamidu PA12.

**Reliance Worldwide Corporation**  
[www.rwc.com](http://www.rwc.com)

### Podwójny kompaktowy enkoder serii 700 firmy LeineLinde

Tam gdzie przestrzeń jest ograniczona, enkodery inkrementalne serii 700 są bardzo popularnym wyborem dla użytkowników poszukujących solidnego i niezawodnego enkodera. Jego kompaktowy wygląd sprawia, że jest to idealny wybór do wielu zastosowań, w których problemem jest ograniczona ilość miejsca. Inżynierowie firmy LeineLinde zaprojektowali enkoder serii 700 przy użyciu standardowych komponentów. Zestaw montażowy składa się z trzech wsporników montażowych, ramienia reakcyjnego i adaptera wału. Korzystając z zestawu montażowego, dwa enkodery są montowane jeden na drugim, dzięki czemu potrzebujemy niewiele miejsca i uzyskujemy układ z redundancją. Podwójny enkoder 700 może być użyty, gdy potrzebujemy sterować tym samym silnikiem z dwóch różnych systemów lub gdy potrzebujemy informacji o prędkości w dwóch różnych rozdzielczościach.



**TERM Tomasz Sobczak**  
[www.term.pl](http://www.term.pl)

### Do 62% mniejsze zużycie sprężonego powietrza dzięki koncentratorowi zarządzania powietrzem nowej generacji

SMC, wiodący specjalista w dziedzinie automatyki przemysłowej i rozwiązań IIoT, odpowiada na potrzebę redukcji emisji CO<sub>2</sub> i zmniejszenia zużycia energii, wprowadzając na rynek innowacyjny system zarządzania sprężonym powietrzem serii AMS20/30/40/60, system zarządzania sprężonym powietrzem serii AMS20/30/40/60. Decydując się na rewolucyjną jednostkę zarządzania powietrzem, każda firma, która korzysta z elementów pneumatyki może zyskać na zmniejszeniu zużycia sprężonego powietrza nawet o 62%, z dużą korzyścią zarówno dla środowiska, jak i rentowności zakładu.



SMC przedstawia nowej generacji rozwiązanie serii AMS20/30/40/60, które eliminuje te problemy dzięki połączeniu regulatora ciśnienia, koncentratora bezprzewodowego i zaworu upustowego ciśnienia szczątkowego. Oprócz monitorowania sprężonego powietrza, które pomaga w identyfikacji nadmiernego zużycia i jego anomalii, przedsiębiorstwa inwestujące w nowy system zarządzania powietrzem mogą również monitorować ciśnienie i temperaturę swoich linii pneumatycznych w celu ustalenia podstawowych parametrów dla maszyn i fabryk.

Seria AMS20/30/40/60 to kompleksowe rozwiązanie, które przyniesie korzyści każdemu użytkownikowi, który korzysta ze sprężonego powietrza, niezależnie od tego, czy chodzi o przemysł ogólny, motoryzacyjny, obróbczy, elektroniczny, opakowaniowy, tekstylny, spożywczy, obróbki drewna czy biotechnologii. System AMS20/30/40/60 jest dostępny ze stopniem ochrony IP65 lub IP67 w zależności od wersji zastosowanego regulatora ciśnienia.

**SMC Industrial Automation Polska Sp. z o.o.**  
[sales@smc.pl](mailto:sales@smc.pl), [www.smc.pl](http://www.smc.pl)

### NORD DRIVESYSTEMS wyposaża swoje produkty w kody QR

Wraz z rozpoczęciem targów LogiMAT pod koniec kwietnia 2023 roku, NORD DRIVESYSTEMS wyposaża swoje produkty w kod QR. „Dzięki temu zapewnimy naszym klientom łatwiejszy dostęp do działu serwisowego”, wyjaśnia Jörg Niermann, szef marketingu.



Zeskanowanie tego kodu za pomocą telefonu komórkowego prowadzi do menu wyboru „Usługi cyfrowe”. Stąd klienci mogą skontaktować się z działem serwisu i bezpośrednio dotrzeć do właściwych osób kontaktowych w ich kraju. Osoby kontaktowe mówią w języku ojczystym klienta, a indywidualnie stosowane rozwiązanie



## NOWOŚCI TECHNICZNE

napędowe jest bezpośrednio wyświetlane na ich monitorach. Oczywiście możliwe jest również nawiązanie kontaktu telefonicznego. W tym przypadku klienci muszą podać numer seryjny swojego komponentu napędowego wyświetlany w „Digital Services”.

### Perspektywa: cyfrowe aktualizacje

Klienci mogą również nawigować do dokumentacji swoich komponentów oraz do listy potencjalnych części zamiennych. Ponadto mogą skontaktować się z właściwym działem sprzedaży lub bezpośrednio przejść do portalu klienta myNORD. W dłuższej perspektywie firma NORD pracuje nad możliwością informowania swoich klientów o aktualizacjach cyfrowych dla ich przetwornic częstotliwości itp. poprzez „Digital Services”.

**NORD Napędy Sp. z o.o.**

[biuro@nord.com](mailto:biuro@nord.com), [www.nord.com](http://www.nord.com)

### Usługa CNC

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom klientów, wzbogaciliśmy swoją ofertę o usługę wycinania detali w dowolnym kształcie, np. uszczelek, podkładek, dywaników wg rysunków dostarczonych przez klientów, z naszego bogatego asortymentu płyt uszczelniających oraz wykładzin gumowych.

Oferujemy kompleksowo dobór i usługę wycinania uszczelek z produkowanych przez nas płyt gumowych wg dostarczonego rysunku wykonawczego klienta.



Wybieramy do cięcia odpowiednią płytę gumową do docelowych warunków pracy uszczelki. Również frezujemy otwory w grubych płytach. Wycinamy także elementy z naszych wykładzin gumowych oraz mikrogumy.

Nasze możliwości to zarówno długie jak i małe serie produkcyjne pod indywidualne zamówienie klienta.

Gwarantujemy wysoką jakość i precyzję wykonania.

#### Zakres usług CNC

Nasze usługi CNC ploterem tnącym najczęściej obejmują wycinanie:

- płyt gumowych
- uszczelek wg dostarczonego rysunku
- wykładzin gumowych
- podkładek, krążków, korków

Materiały, z których wykonujemy detale:

- guma lita
- mikroguma
- pianka PU
- klingersil

**Stomil Bydgoszcz**

[www.stomil.bydgoszcz.pl](http://www.stomil.bydgoszcz.pl)

### Nowy przekaźnik z rodziny PNOZmulti

W ofercie Pilz pojawiło się nowe urządzenie z rodziny przekaźników programowalnych PNOZ m C0. To mały programowalny przekaźnik, mający za zadanie obsługę prostych maszyn. Umożliwia on wykorzystanie maksymalnie 4 wejść dwukanałowych i 4 wyjść półprzewodnikowych do realizacji kilku funkcji bezpieczeństwa. Dodatkowo dwa wejścia oraz dwa z wyjść TestPulse można przeprogramować na wyjścia standardowe.



Przekaźnik należy do dobrze znanej rodziny PNOZmulti, przez co konfiguracja i programowanie odbywa się za pomocą popularnego softu PNOZmulti Configurator (od wersji V 11.1). Dzięki takiej zależności użytkownik w łatwy sposób skonfiguruje swoje dowolne ustawienia, korzystając z możliwości logicznego programowania.

Przekaźnik nie podlega rozbudowie i nie posiada dedykowanych modułów rozszerzeń. Nie ma też opcji komunikacji z nadrzędnym sterownikiem w sieci FIELDBUS.

**Pilz Polska Sp. z o.o.**

[www.pilz.com/pl-PL](http://www.pilz.com/pl-PL)

reklama

**robotyzowany.pl**



Przemysł  
ZROBOTYZOWANY

## Nowość w rodzinie marek RWC!



## Sprężone powietrze w przemyśle i na co dzień

Sprężone powietrze jest to powietrze utrzymywane pod pewnym ciśnieniem, które zwykle jest wyższe od ciśnienia atmosferycznego. W krajach europejskich od 8% do 10% energii elektrycznej jest wykorzystywane do wytwarzania sprężonego powietrza. W przemyśle (po sprężeniu do odpowiedniego ciśnienia) powietrze wykorzystywane jest jako nośnik energii do zasilania maszyn i urządzeń o napędzie pneumatycznym. Może być również stosowane jako nośnik informacji w pneumatycznych układach sterowania. Przygotowanie sprężonego powietrza realizowane jest w specjalnych urządzeniach sprężarkowych, składowane jest w zbiornikach, a jego transport odbywa się z wykorzystaniem rur i elementów instalacji pneumatycznych.

System rur i złączy John Guest to modułowa instalacja sprężonego powietrza, oferująca zarówno niższe koszty instalacji jak i niższe długoterminowe koszty eksploatacji. Od małych zakładów po duże systemy przemysłowe, John Guest doskonale nadaje się do wszystkich obiektów i jest dostępny w rozmiarach rur i złączy o średnicy od 12 mm – 28 mm. Przewód powietrzny o optymalnym przepływie posiada gładką, skalibrowaną konstrukcję, ma niski współczynnik tarcia, dzięki czemu zapewnia najlepszy możliwy przepływ laminarny. Złączki z pełnym otworem dodatkowo minimalizują spadek ciśnienia, zapewniając optymalny przepływ i efektywność energetyczną. Szczelne złącza zapobiegają utracie powietrza i marnowaniu energii. John Guest idealnie nadaje się do instalacji wymagających najwyższej jakości powietrza. Rury, które wykonane są z aluminium lub poliamidu PA12 nie rdzewieją ani nie korodują. Co więcej, nie mają szorstkich powierzchni ani wewnętrznych ograniczeń, które gromadzą zanieczyszczenia. Gładkie wnętrza z konstrukcją z pełnym otworem umożliwia swobodny





przepływ powietrza do osuszaczy i filtrów w celu skutecznego usunięcia zanieczyszczeń. Zalety systemu John Guest: - instaluje się szybciej niż inne popularne rurociągi, - nie są potrzebne żadne specjalistyczne narzędzia, - bez gwintowania, spawania lub lutowania rur. Prosty i szybki montaż i demontaż. Niekomplikowane łączenie osprzętu z istniejącymi systemami lub innymi typami instalacji. Zmiany dokonywane są w łatwy sposób w zależności od zmieniających się potrzeb.

W 2018 roku nastąpiło połączenie firm John Guest i RWC. Jednym z pierwszych efektów wspólnej pracy było stworzenie nowego systemu instalacji pneumatycznej SharkBite - systemu mosiężnych złączy wtykowych i anodowanej rury aluminiowej. Mosiężne złącza systemu SharkBite o rozmiarach 10 mm,





15 mm, 22 mm, 28 mm, 35 mm, 42 mm i 54 mm oraz złącza z tworzywa JG Speedfit uzupełniają się nawzajem, tak aby ułatwić życie instalatorom. Dzięki łatwemu i szybkiemu montażowi możemy skrócić czas instalacji nawet o 50% w porównaniu z metodami konwencjonalnymi. System ten został specjalnie zaprojektowany do małych i dużych zastosowań komercyjnych i przemysłowych, SharkBite to wytrzymały system złączy pneumatycznych typu push-fit, który może pracować pod ciśnieniem do 20 bar i dzięki temu wykracza poza standardy branżowe. System ten jest ciekawym rozwiązaniem dla tradycyjnych wyzwań w branży, takich jak długi czas

montażu instalacji, korozja rurociągów, spadki ciśnienia i wycieki, które prowadzą do wyższych kosztów eksploatacji. Konstrukcja złączy SharkBite jest odpowiednio zabezpieczona przed manipulacją, zapewniając bezpieczny demontaż za pomocą odpowiedniego przyrządu. Asortyment obejmuje również kolana

45° zapewniające lepszy przepływ powietrza i mniejsze spadki ciśnienia w instalacji. SharkBite to także nowa gama zaworów wtykowych w zakresie średnic  $\phi$  15 mm do  $\phi$  54 mm - od tak dawna oczekiwanych przez instalatorów.

Rozwiązania te są również z natury zrównoważone – rury i kształtki są wielokrotnego użytku i wymienne, z akredytacjami UKAS i BCAS.

„Dzięki SharkBite i John Guest Air & Pneumatics” posiadamy teraz dwa światowej klasy, niezawodne rozwiązania na wcisk, które zaspokoją prawie wszystkie potrzeby instalatorów i użytkowników systemów pneumatycznych.



**RWC**

Reliance Worldwide Distribution (Europe) Ltd

Oddział Polska

ul. Starołęcka 7, 61-361 Poznań

tel. +48 61 87 80 408

e-mail: [info.pl@rwc.com](mailto:info.pl@rwc.com)

[www.rwc.com](http://www.rwc.com)

[www.johnguest.com](http://www.johnguest.com)



## Zawór kulowy do instalacji pneumatycznych i sprężonego powietrza

- Połączenie na wcisk
- Specjalnie zaprojektowany korpus z mosiądzu
- O-ring z nitrilu i pierścień chwytający ze stali nierdzewnej
- Ciśnienie robocze 18-20 bar
- Bezpieczne narzędzie do demontażu
- Zabezpieczony, zamykany uchwyt



Każda aplikacja bazująca na współpracy człowieka z robotem wymaga przeprowadzenia odrębnej oceny bezpieczeństwa

# Rozwiązania Pilz gwarancją bezpieczeństwa Twojej aplikacji wykorzystującej robota

Współpraca człowieka z robotem w coraz większym stopniu wymaga zastosowania nowych technologii i nowoczesnych rozwiązań. Im bliżej człowiek współpracuje z maszyną, tym wydajniej wykonywana jest jego praca, ale jednocześnie większe wymagania stawia się bezpieczeństwu.

W aplikacjach wykorzystujących roboty należy wziąć pod uwagę całą funkcjonalność systemu bezpieczeństwa od czujnika przez układ logiczny po sterowanie napędami.



żadnych obrażeń. Warunkiem zrealizowania takiej współpracy jest z jednej strony wyposażenie robota w bardziej niezawodne mechanizmy sterowania i inteligentne, dynamiczne czujniki, dzięki którym robot „czuje”, kiedy dojdzie do kolizji. Z drugiej strony konieczne jest opracowanie na gruncie normatywnym wiarygodnych standardów bezpieczeństwa. Centralną rolę odgrywa tu specyfikacja techniczna ISO/TS 15066, która umożliwia wdrożenie bezpiecznej aplikacji HRC po przeprowadzeniu odpowiedniej walidacji.

**W** tradycyjnych aplikacjach wykorzystujących roboty przemysłowe czynności, które wymagają umiejętności motorycznych ludzi są kosztowne i trudne do zautomatyzowania. Umiejętności człowieka i zalety robota (siła, wytrzymałość, prędkość) w przyszłości zostaną silniej połączone. Wymaga to jednak zwiększenia wymagań dotyczących bezpieczeństwa, które w dużej mierze są określane indywidualnie przez konkretną aplikację i jej wymagania, ale również regulowane przez normy.

## Etapy tworzenia bezpiecznej aplikacji

Fakt, że stanowiska zrobotyzowane są zakwalifikowane jako maszyny w rozumieniu dyrektywy maszynowej oznacza, że podczas wdrażania normatywnych specyfikacji każdy etap procedury oceny zgodności musi być obowiązkowo zrealizowany. Należy zaznaczyć, że sam robot uważany jest wyłącznie za maszynę nieukończoną. Dopiero w chwili, w której niezbędne narzędzie (np. chwytak) znajdzie się na swoim miejscu, robot osiąga zamierzony cel i może być uważany za maszynę. Integrator lub użytkownik staje się producentem maszyny i jest odpowiedzialny za czynności kontrolne związane z bezpieczeństwem, obejmujące m.in. nadanie znaku CE.

Pojawienie się cobotów oznacza w praktyce jeszcze większą konieczność indywidualnego przeanalizowania każdej aplikacji pod kątem bezpieczeństwa. Istotna różnica między „klasycznymi” aplikacjami wykorzystującymi roboty przemysłowe, realizowanymi na wygradzonych stanowiskach, a aplikacjami wykorzystującymi coboty polega na tym, że w przypadku tych drugich realnym zagrożeniem stają się kolizje między maszyną i człowiekiem. Nie mogą one jednak prowadzić do powstawania

## Metody współpracy człowieka z robotem zgodnie z EN ISO 10218-2 i TS 15066

W dokumentacji technicznej ISO/TS 15066 opisano szczegółowo cztery typy współpracy jako zasady ochrony, które integrator może zastosować przy wdrażaniu aplikacji HRC.

- Metoda 1 - monitorowanie zatrzymania
- Metoda 2 - prowadzenie ręczne
- Metoda 3 - monitorowanie prędkości i separacji
- Metoda 4 - ograniczenie mocy i siły

## Certyfikowane pomiary oraz ocena sił i nacisku, oddziałujących na części ciała człowieka podczas kontaktu z robotem

Zgodnie ze specyfikacją techniczną ISO/TS 15066 w aplikacjach wykorzystujących współpracę człowieka z robotem (bez wygradzeń mechanicznych) należy uwzględnić wartości progowe bólu w razie ewentualnej kolizji. Jeśli zmierzone wartości mieszczą się w zdefiniowanych wartościach granicznych, aplikacja spełnia wymagania właściwej normy. Dlatego też w każdej aplikacji wykorzystującej cobota wymagane jest wykonanie stosownych pomiarów.

Jest to kwestia najczęściej pomijana w przypadku integracji robota współpracującego z człowiekiem, a co więcej – nawet producenci robotów współpracujących rzadko wspominają o konieczności wykonywania odpowiednich pomiarów. Integratorzy często nie są świadomi tego, że powinni je wykonywać, traktując robota zaprojektowanego do współpracy jako element sam w sobie zapewniający bezpieczeństwo.





Firma Pilz opracowała własną metodykę wykonywania pomiarów ciśnienia i sił robota współpracującego, za pomocą urządzenia PRMS (Pilz Robot Measurement System). Służy ono do rejestrowania siły i nacisku robota, które mogą występować w przypadku ewentualnych kolizji i wykorzystywane jest podczas walidacji aplikacji HRC. Wykonane pomiary uwzględniają odpowiednie biomechaniczne właściwości ciała w obszarach ciała uczestniczących w zderzeniu. Podczas oceny wyników pomiarów weryfikowana jest zgodność z tymi wartościami granicznymi.

### Podsumowanie

Wzajemna współpraca człowieka i robota w coraz większym stopniu wymaga zastosowania nowych technologii i rozwiązań gwarantujących ich bezpieczną współpracę. Praktycznie nie ma dwóch identycznych aplikacji. Bezpečną aplikację HRC można uzyskać pod warunkiem wdrożenia koncepcji bezpieczeństwa wykorzystującej prawidłowy wybór robota, jego funkcji bezpieczeństwa w połączeniu z inteligentnymi podzespołami oraz spełnieniem progów granicznych sił kolizji pomiędzy robotem a człowiekiem. Przeprowadzenie indywidualnej oceny aplikacji pod kątem bezpieczeństwa może okazać się dużym wyzwaniem dla producentów maszyn lub integratorów stanowisk zrobotyzowanych. W tego typu aplikacjach bezpieczeństwo pełni kluczową rolę. Wiedza i doświadczenie firmy Pilz oraz rozwiązania dedykowane aplikacjom zrobotyzowanym pozwalają na organizację przestrzeni, w której człowiek i robot mogą pracować bezpiecznie obok siebie bez konieczności stosowania barier fizycznych, przy uwzględnieniu odpowiednich norm i dyrektyw.

Dzięki posiadanym kompetencjom w dziedzinie bezpieczeństwa maszyn możemy opracować projekt globalnej strategii bezpieczeństwa dla Twojej aplikacji zrobotyzowanej, od projektu po wsparcie w procesie nadania znaku CE. Naszą ofertę usług uzupełnia bogaty program szkoleń bazujący na praktycznych przykładach.

reklama

**Robotics**  
by Pilz

Optoelectronic devices

Safety laser scanner

Modular systems

Training

Consulting

Engineering

Services

Safety gate systems

Safety switches

HRC collision measurement set

Devices for position monitoring

Software - sensor technology

**PILZ**

THE SPIRIT OF SAFETY

# Prostsza automatyzacja fabryk – z sondą radarową VEGAPULS 42

Dzięki VEGAPULS 42 firma VEGA wnosi swoje bogate doświadczenie w dziedzinie technologii pomiarów radarowych do obszaru automatyzacji.

Nowy czujnik poziomy, wyposażony w IO-Link i uniwersalne adaptory higieniczne, to odpowiedź na potrzeby branży: rozwiązywanie złożonych zadań pomiarowych w szybszy, prostszy i tańszy sposób.

VEGA wprowadziła na rynek nową sondę radarową dedykowaną do wysoce zautomatyzowanych procesów, w których występują szybkie zmiany poziomu i surowe wymagania w zakresie higieny. Sonda VEGAPULS 42 pozwoliła uzupełnić portfolio czujników z IO-Link w ofercie VEGA – obecnie obejmuje ono cały zakres rozwiązań do pomiaru poziomu napełnienia, poziomu granicznego oraz ciśnienia.

## Pomiar radarowy zredukowany do najważniejszych funkcji

Ponieważ w środowisku przemysłowym różne techniki automatyzacji przenikają się nawzajem, VEGA oferuje rozwiązania z IO-Link również do zastosowań, które wykraczają poza granice pierwotnych procesów. „Nasi klienci mogą być pewni, że niezależnie od aplikacji są w dobrych rękach”, wyjaśnia Marvin Moser, product manager VEGA. „Wymaga to najwyższej staranności. Projektując sondę zintegrowaliśmy wszystkie kluczowe funkcje z wykorzystaniem najnowocześniejszych technologii. Jednocześnie konsekwentnie pilnowaliśmy, aby nie „przeładować” funkcjonalności sondy. W rezultacie udało się wyeliminować to, co czyniłoby z niej niepotrzebnie drogi i skomplikowany technicznie produkt”.

## Im prościej, tym lepiej

Sonda VEGAPULS 42 jest dedykowana do średnich odległości pomiaru do 15 m oraz temperatur nie wyższych niż 150°C. Jej wyposażenie pozwala na pomiar poziomu w cyklach produkcyjnych, procesach dozowania lub procesach końcowych w systemach przenośników lub na liniach rozlewniczych. Czujnik zapewnia niezawodny przebieg procesów wszędzie tam, gdzie poziom napełnienia szybko się zmienia i wymaga ciągłego monitorowania. Krótko mówiąc, funkcje VEGAPULS 42 zostały ograniczone do tego, co niezbędne. Czujnik jest skrojony na miarę standardowych aplikacji, w których więcej funkcjonalności tylko komplikowałoby pracę.

## Duża przewaga wiedzy o technologii radarowej

Często w odniesieniu do połączenia automatyzacji procesów i automatyzacji fabryki mówi się: „Jeśli możesz zrobić jedno, możesz też zrobić drugie”. Jednak te dwa obszary na tyle różnią się od siebie, że technologii pomiarowej dla automatyzacji procesów łatwiej jest zadomowić się w automatyce fabrycznej niż na odwrót. Historia sukcesu VEGA rozpoczęła się ponad 30 lat temu i pozwoliła firmie ugruntować dzisiejszą pozycję lidera na międzynarodowym rynku radarowej technologii pomiaru. Obecnie firma przenosi tę wiedzę na grunt automatyki przemysłowej. VEGAPULS 42 bazuje na najlepszym dostępnym obecnie na rynku chipie radarowym – o największym zakresie dynamiki i najbardziej uniwersalnych możliwościach zastosowania.

## Zoptymalizowana jakość

Aby monitorować bieżące procesy w wysoce wydajny sposób, jednocześnie zoptymalizowany pod względem kosztów, należało poddać ocenie przydatność wszystkich elementów czujnika. Ta sama zasada dotyczyła komunikacji IO-Link, powszechnej w automatyzacji fabryk, umożliwiającej dwukierunkową transmisję danych wraz z rozbudowaną diagnostyką i parametryzacją. W przypadku sond VEGAPULS 42 z IO-Link oznacza to maksymalną jakość sygnału przy minimalnym nakładzie pracy.

## Radar jako lepszy wybór

Wraz z kompletnym portfolio czujników z IO-Link VEGA wprowadza zalety technologii pomiarów radarowych do szerokiej gamy procesów w automatyzacji fabryk i jeszcze mocniej koncentruje się na sektorach o wysokich wymaganiach higienicznych, takich jak przemysł spożywczy i farmaceutyczny. Radar jest idealnym wyborem w przypadku ciągłego, bezkontaktowego pomiaru poziomu, ponieważ w przeciwieństwie do ultradźwięków jest niewrażliwy na działanie warunków procesowych i otoczenia. Zastosowanie najbardziej niezawodnej i ekonomicznej technologii pomiarowej ma ogromne znaczenie, zwłaszcza w automatyzacji fabryk.



Dzięki VEGAPULS 42 firma VEGA wnosi swoje bogate doświadczenie w dziedzinie technologii pomiarów radarowych do automatyzacji fabryk

Dodatkowe informacje:

**VEGA Polska sp. z o.o.**

Ul. Jaworska 13

53-612 Wrocław

[www.vega.com](http://www.vega.com)



# System Diagnostyczny ADS firmy LeineLinde

W dzisiejszym artykule chcielibyśmy zaprezentować Państwu System Diagnostyczny ADS. Jest to opracowane przez firmę LeineLinde specjalistyczne narzędzie do diagnostyki enkoderów inkrementalnych. System ADS jest dostępny w kilku wariantach, które postaramy się zaprezentować w dzisiejszym artykule.



ADS Classic to podstawowa odmiana systemu diagnostycznego, która dostępna jest jako opcja w enkoderach inkrementalnych serii 850, 861 i 862. Do komunikacji enkodera z PC po RS232 niezbędny jest specjalny przewód, który można zamówić u producenta. System Diagnostyczny ADS umożliwia odczytanie podstawowych danych enkodera – typ, numer seryjny, parametry enkodera oraz temperaturę pracy, częstotliwość i czas pojawienia się błędu. Każdy błąd opisany jest za pomocą kodu, który użytkownik może odczytać, korzystając z zainstalowanej na PC aplikacji. Poniżej lista błędów:

- błąd przesunięcia fazowego, pomiędzy kanałami A i B;
- brak impulsu kanału zerowego N;
- brak impulsów na pozostałych kanałach A i B;
- zbyt duża częstotliwość impulsów na kanałach wyjściowych;
- nieprawidłowe działanie układu optycznego;
- nieprawidłowy sygnał wyjściowy.

ADS Online to zmodyfikowana wersja systemu, umożliwiająca diagnostykę pracującego enkodera, bez konieczności wyłączenia maszyny. Użytkownik enkodera, oprócz parametrów opisanych wcześniej, może również odczytywać prędkość obrotową wałka, poziom wibracji oraz wartość napięcia zasilającego. Dodatkowo mamy dostęp do informacji o całkowitym czasie pracy enkodera od momentu uruchomienia.

Enkoder inkrementalny z Systemem Diagnostycznym ADS Online posiada diodę sygnalizującą stan urządzenia:

- dioda świeci na zielono – urządzenie działa prawidłowo;
- dioda miga na zielono – możliwość pojawienia się usterki, spowodowanej m.in. pogorszeniem warunków pracy lub uszkodzeniem połączenia elektrycznego;
- dioda miga na czerwono – pojawienie się błędu; należy wykonać diagnostykę urządzenia;
- dioda świeci na czerwono – błąd krytyczny; nie wolno kontynuować pracy do momentu usunięcia usterki.

Najbardziej zaawansowaną odmianą systemu diagnostycznego jest ADS Uptime, który łączy w sobie możliwości systemów ADS Classic i ADS Online, komunikując się z enkoderem za pośrednictwem Bluetooth®. Specjalną aplikację można bezpłatnie pobrać z internetu i zainstalować na telefonie komórkowym i tablecie.



**term.pl** since 1997

TERM Tomasz Sobczak

41-500 Chorzów

ul. Opolska 22/8

tel. 32-249 85 99, fax 32-249 92 89

e-mail: info@term.pl, www.term.pl

reklama

BaumerHübner  
BaumerThalheim

LEINE LINDE

ENKODERY  
RESOLWERY  
STEROWNIKI  
BEZPIECZNIKI  
TACHOPRĄDNIC

info@term.pl, www.term.pl, tel./fax 32 249 92 89

Precyzyjne pozycjonowanie:

# Wybierz idealny stół liniowy pod swoje potrzeby

**Z**e względu na ograniczony czas oraz potrzebę ekonomicznego podejścia w procesie tworzenia automatycznych urządzeń pozycjonujących i manipulatorów wieloosiowych, projektanci coraz częściej decydują się na wykorzystanie gotowych komponentów, co umożliwia łatwe i szybkie składanie wymaganych konstrukcji. Można to porównać do składania klocków.

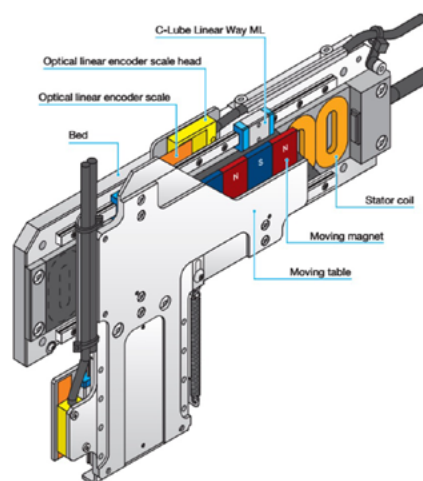
Wybór stołów pozycjonujących może być zróżnicowany dla różnych zastosowań, gdy w Twoim projekcie lub układzie potrzebny jest mechanizm do prowadzenia lub pozycjonowania ładunku. Mimo że wiele stołów liniowych jest odpowiednich dla szerokiej gamy maszyn przemysłowych, niektóre są bardziej wyspecjalizowane do zastosowań przy dużych prędkościach, podczas gdy inne oferują większą siłę ciągu do obsługi dużych obciążeń. Ponadto, pewne zadania wymagają wykorzystania stolików liniowych o bardzo małych rozmiarach i konieczności pracy w kontrolowanych warunkach, gdzie wymagania dotyczące maszyn są bardzo rygorystyczne, np. w pomieszczeniach typu clean room.

Większość stołów liniowych łączy precyzyjną technologię obróbki i elektronikę. Zawierają one prowadnice liniowe, śruby kulowe lub silniki liniowe, w połączeniu z elementami sterującymi, w jednej jednostce. Dzięki temu możesz zmniejszyć rozmiar projektów i uprościć proces montażu. Starannie wybierając, można znaleźć stół liniowy, który będzie działał w Twojej aplikacji przez długi czas. Dostępne są różne kryteria wyboru, które stoły liniowe muszą spełniać, dzięki czemu można znaleźć urządzenie najlepiej dopasowane do Twoich standardów.

## Stoły pozycjonujące z silnikiem liniowym

Stoły te integrują silnik liniowy prądu zmiennego pomiędzy łożem a stołem i są pożądane w maszynach charakteryzujących się dużą prędkością ruchu, takich jak systemy typu „pick & place” lub maszyny do produkcji elektroniki i półprzewodników. Stoły pozycjonujące z silnikiem liniowym zapewniają wysoką dokładność, bardzo niski czas reakcji oraz kompaktowe rozmiary.

Zintegrowany silnik składa się z ruchomej cewki i jarzma w kształcie litery „C”, które znajdują się między dwoma magnesami stojana. W tym układzie wykorzystuje się regułę lewej dłoni Fleminga, w której pionowy strumień magnetyczny wywierany przez magnes oraz strumień obrotowy generowany wokół cewki przez prąd wymuszają poziomy ruch cewki. Prąd w cewce jest przełączany w kierunku odpowiadającym kierunkowi strumienia, co generuje ciągłą siłę napędową, zapewniającą i utrzymującą szybki i precyzyjny ruch. Zintegrowana elektronika kontroluje natężenie prądu, wykorzystując



Rys.1. NT...XZ to jednostka typu pick & place z napędem liniowym o niskim profilu grubości 18 mm, składająca się z ruchomego stołu w osi X i łoża w osi Z, wykorzystuje miniaturową prowadnicę liniową ML typu C-Lube w ruchu liniowym.

informacje zwrotne z enkodera liniowego, aby zapewnić precyzyjny ruch i pozycjonowanie.

Częste wymagania projektantów maszyn w początkowym etapie doboru napędu, obejmują:

- Wysoką precyzją pozycjonowania: stoły pozycjonujące z zintegrowanym silnikiem liniowym oferują bardzo wysoką dokładność pozycjonowania dzięki regulacji prądu, mogą utrzymać stabilne prędkości około  $\pm 1,78\%$  dla posuwu 10 mm/s. i stabilność statyczną na poziomie  $\pm 1\ \mu\text{m}$  lub mniej.
- Wysoką prędkość i dużą siłę: silniki liniowe pozwalają na uzyskanie wysokiej prędkości ruchu, a jednocześnie zapewniają dużą siłę ciągu. W zależności od długości szyny prowadnicy liniowej możemy uzyskać bardzo długie skoki przekraczające nawet 2700 mm przy uzyskaniu prędkości nawet do 3000 mm/s. Gęsto rozmieszczone ruchome cewki pola silnika liniowego pozwalają na generowanie wysokich sił ciągu do pozycjonowania dużych obciążeń.
- Kompaktowe rozmiary: napędy silników liniowych są często dostępne w kompaktowych rozmiarach, dzięki integracji magnesów neodymowych, które zapewniają dużą siłę ciągu i szybką reakcję nawet przy niewielkich rozmiarach. Przykładem takiego stołu liniowego jest nano-stolik liniowy NT38V10 firmy IKO Nippon Thompson, który ma tylko 11 mm wysokości w przekroju, 38 mm szerokości i 62 mm długości.
- Niski poziom hałasu i drgań: zintegrowany silnik pozwala na zmniejszenie poziomu hałasu i drgań podczas pracy, co jest szczególnie ważne w niektórych aplikacjach.
- Odporność na środowisko: stoły liniowe z zintegrowanym silnikiem mogą być wykonane z materiałów odpornych na warunki środowiskowe, takie jak wilgoć, pył lub wysoka temperatura.

## Specjalistyczne stoły liniowe

Czasami aplikacja stwarza wyzwania, którym tradycyjne stoły liniowe mogą nie sprostać. Niektóre aplikacje wymagają przekształcenia ruchu liniowego w ruch obrotowy pod



określonym kątem roboczym. Stoły obrotowe mogą współpracować zarówno z serwomotorami krokowymi, jak i serwomotorami prądu przemiennego. W konstrukcję wbudowane są łożyska krzyżowe, aby zapewnić precyzyjną korekcję kąta. Można je również zamontować na precyzyjnym stole liniowym w aplikacjach wieloosiowych.

Stoły modułowe osiowe SA... DE — kompaktowe i nisko-profilowe urządzenia do precyzyjnego pozycjonowania — wykorzystują prowadnice liniowe oraz łożyska krzyżowe odpowiadające za obrót. Dzięki zastosowaniu napędu bezpośredniego oraz kontroli w pętli zamkniętej, stolik osiąga bardzo dokładne pozycjonowanie w ruchu w osi X, Y,  $\theta$ .

Stoły obrotowe SK..W — to moduły z nieograniczonym obrotem – wykorzystuje mechanizm przekładni ślimakowej. Łożyska krzyżowe IKO są stosowane do prowadzenia ruchu obrotowego i wykorzystywane bezpośrednio jako stół w celu uzyskania bardzo dużej precyzji obrotu, dużej sztywności i niskiego profilu.



Rys.2. Ultra-kompaktowe, napędzane silnikiem liniowym stoły pozycjonujące mogą mieć wymiary zaledwie 11 mm wysokości w przekroju, 38 mm szerokości i 62 mm długości

Precyzyjny podnoszony stół TZ – wykonuje precyzyjne pozycjonowanie w górę i w dół za pomocą mechanizmu klinowego. Zastosowany mechanizm klinowy osiąga zarówno wysoką dokładność, jak i wysoką sztywność przy kompaktowych rozmiarach.

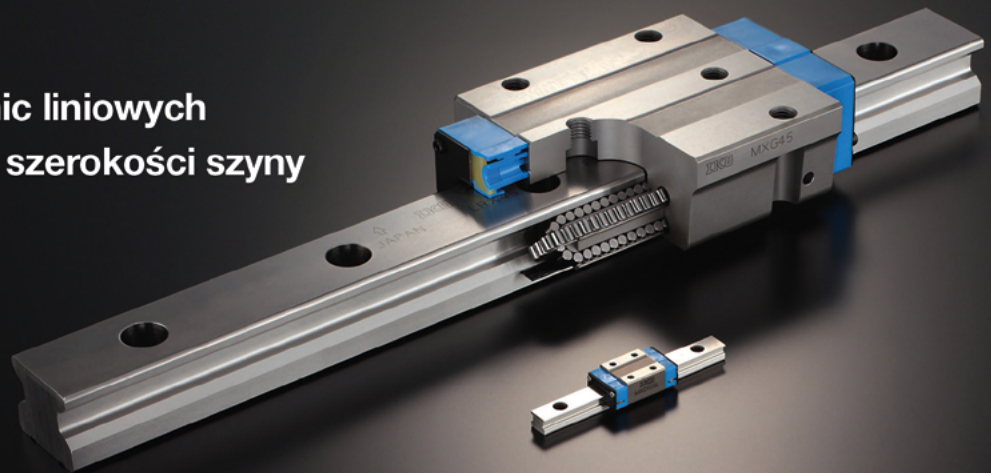
Precyzyjny stół liniowy, który spełni potrzeby Twojej aplikacji

Jeśli chodzi o przesuwanie lub prowadzenie ładunku, wybrany mechanizm pozycjonowania musi działać z dokładnością i precyzją, oferując jednocześnie właściwości odpowiednie dla konkretnego zastosowania. Pamiętaj, aby współpracować z producentem, który ma historię dostarczania tego typu komponentów, które wykazują wysoką precyzję i mogą zapewnić długotrwałą, bezobsługową

pracę. IKO Nippon Thompson oferuje zróżnicowaną gamę precyzyjnych stołów pozycjonujących w wysokiej klasie dokładności wykonania, aby zaspokoić większość potrzeb klientów.

# IKO

Pełen zakres prowadnic liniowych  
już od 1mm do 85mm szerokości szyny



IKO NIPPON THOMPSON to japoński producent znany z rozwiązań technicznych dla przemysłu maszynowego, medycznego, robotyki oraz wielu innych. Specjalizuje się w produkcji i sprzedaży techniki liniowej, łożysk krzyżowych i igielkowych, jak również rolek prowadzących. Od momentu powstania firma zachowuje najwyższe światowe standardy zarówno w kontekście strategii działania oraz tworzenia unikatowych i niezwykle trwałych rozwiązań technicznych. **IKO** jednocześnie kładzie bardzo duży nacisk na ochronę środowiska naturalnego poprzez takie innowacyjne produkty, jak technologia **C-Lube** czy posiadany certyfikat ISO 14001.

Działania **IKO** postrzegane są jako doskonałe przykłady zaangażowania w celu zmniejszenia negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne.

# Wybierz mądrze! Zaoszczędź kupując sprawdzone produkty, spełniające standardy norm europejskich

Polski rynek, w tym rynek wyrobów przemysłowych, jest zalewany wyrobami produkowanymi w Azji, znajdując odbiorców wśród klientów szukających oszczędności, jednak czy na pewno jest to optymalne wyjście i nie przepłaca się dwa razy? Wyroby produkowane w Państwie Środka mają tę zaletę, że są niejednokrotnie tańsze od tych wyprodukowanych w Europie, ale czy stosunek ceny do jakości jest również korzystny? Bardzo często niestety zdarza się, że produkty te nie spełniają norm i wymagań, mimo deklaracji azjatyckich producentów. Dla producentów maszyn i urządzeń bezpieczeństwo produktu powinno być stawiane na pierwszym miejscu.

Unia Europejska nakłada na producentów rygorystyczne normy dotyczące np. surowców wykorzystywanych do produkcji, czy parametrów jakie muszą mieć konkretne wyroby. W przypadku węży hydraulicznych ważnym parametrem jest odporność na ciśnienie pulsujące. Pompy i siłowniki w układach hydraulicznych tworzą gwałtowne skoki ciśnienia. Powoduje to duże naprężenia w wężach hydraulicznych. Prawdopodobnie zaprojektowany i wykonany wąż musi wytrzymać 200 000 cykli skokowego uderzenia ciśnienia. Szczegóły badania można znaleźć w normach EN ISO 853 i 857. W przypadku wyrobów tańszych niestety zdarza się często, że normy te nie są spełniane, mimo deklaracji składanych przez producentów spoza UE i następnie powielanych przez pośredników. Niska żywotność produktów, a także wysokie koszty ponoszone na wymianę wadliwych komponentów zastąp lepiej sprawdzonym wyrobem produkowanym w Polsce.

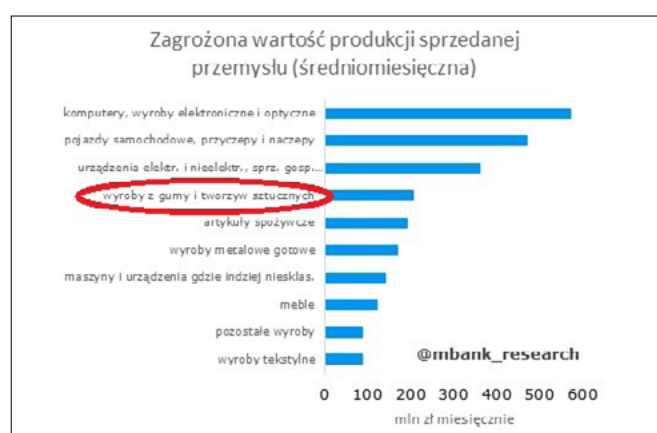
\* technicznie: odsetek zużycia pośredniego sekcji pochodzący z bezpośredniego importu z Chin. Tablice I/O (GUS, 2015 rok).



Źródło: mBank Research Twitter

Wg danych opublikowanych w dniu 11 lutego 2020 r. przez mBank Research na Twitterze „W kwestii łańcuchów dostaw (~GVC). 10 sekcji przetwórstwa przemysłowego najbardziej narażonych\* na przerwanie dostaw bezpośrednio z Chin”, wśród nich znajdują się również wyroby z gumy!

Oznacza to, że na produkcję sprzedaną przemysłu każdy miesiąc całkowitego wstrzymania dostaw z Chin to bezpośrednio około 3 mld zł. Jak to wygląda w poszczególnych sekcjach



Źródło: mBank Research Twitter

obrazuje załączony wykres („liderzy” mogą się różnić z uwagi na różnice w strumieniach produkcji sekcji) – źródło mBank Research Twitter.

## STOMIL BYDGOSZCZ współtworzy siłę przemysłu!

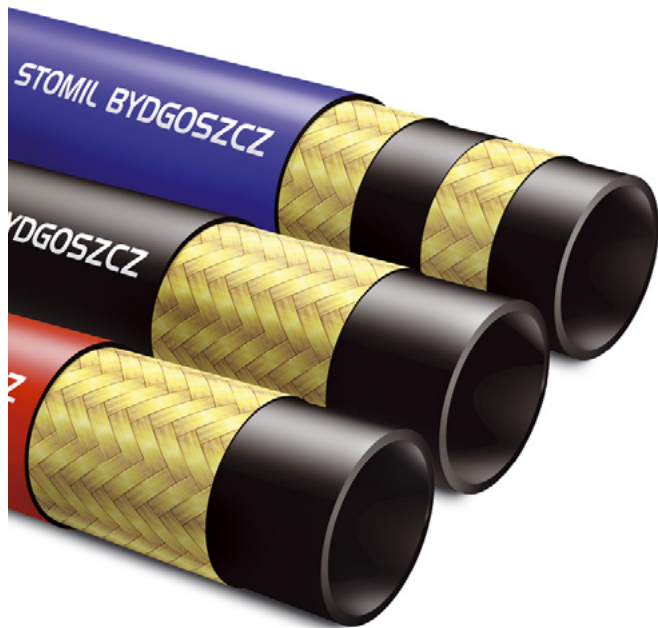
Tysiące produktów gumowych znajdujących zastosowanie w licznych gałęziach przemysłu.

Firma Bydgoskie Zakłady Przemysłu Gumowego „STOMIL” S.A. to czołowy polski producent węży hydraulicznych, przemysłowych i innych artykułów gumowych, posiadający ponad 100-letnią tradycję w produkcji wyrobów gumowych. W swojej bogatej ofercie STOMIL BYDGOSZCZ posiada: węże i przewody hydrauliczne, węże przemysłowe, płyty i wykładziny gumowe, mieszanki gumowe, artykuły techniczno-gumowe, a także profile wytłaczane. Swoje wyroby sprzedaje z satysfakcją w kraju, jak i za granicą, gdzie zdobyły uznanie wielu odbiorców. Doświadczenie w produkcji wyrobów gumowych oraz system zarządzania jakością EN ISO 9001:2015, a także liczne atesty i certyfikaty gwarantują doskonałą jakość produkowanych przez STOMIL BYDGOSZCZ wyrobów.

## WĘŻE HYDRAULICZNE

Węże hydrauliczne marki STOMIL BYDGOSZCZ są tak zaprojektowane i wykonane, aby zagwarantować najwyższą





niezawodność pracy każdego układu hydraulicznego. W oparciu o wieloletnie doświadczenie, rygorystyczne procedury kontroli jakości, odpowiedni dobór najlepszych surowców, STOMIL BYDGOSZCZ stworzył szeroką gamę produktów cieszących się uznaniem w kraju i na rynkach międzynarodowych. Węże te często przewyższają swoimi parametrami podstawowe wymagania normowe. Poza standardowymi węzami hydraulicznymi jedno- i dwuopłotowymi ST, SN i SC w ofercie znajdują się również węże o podwyższonej elastyczności. Do tej kategorii można zaliczyć węże R16, R17, EH 111 oraz EH 221. Charakteryzują się one dużo mniejszymi minimalnymi promieniami zgięcia w stosunku do tradycyjnych węży hydraulicznych. Węże z serii EH dodatkowo przewyższają pozostałe rodzaje parametrami ciśnieniowymi.

STOMIL BYDGOSZCZ oferuje węże hydrauliczne o podwyższonych parametrach:

**- ciśnieniowych**

Są to udoskonalone węże kompaktowe EH 111, EH 221, HP 700, a także węże trzyopłotowe 3 SP, które są odpowiednikiem węży 4 SP. Węże te zostały zaprojektowane w taki sposób, aby skutecznie sprawdzać się w układach o najwyższych ciśnieniach roboczych. Węże HP 700 są węzami izobarycznymi, co oznacza, że każda średnica jest zaprojektowana na takie samo ciśnienie robocze, tj. 700 bar.

**- temperaturowych**

Są to specjalistyczne węże wykonane z materiałów odpornych na wysokie i/lub niskie temperatury pracy. Do tej grupy zaliczamy węże ARCTIC -50°C oraz całą rodzinę węży EURO WASH 150-160°C.

**- właściwościach trudnopalnych i antyelektrostatycznych**

Do tej kategorii zaliczamy węże, które posiadają dopuszczenie do zastosowania w podziemnych wyrobiskach zakładów górniczych według amerykańskich wymogów MSHA, a także węże spełniające bardzo restrykcyjną polską normę PN-G-32010. W ofercie STOMIL BYDGOSZCZ znajdują się również węże z trzema rodzajami protektora o różnej odporności na ścieranie.

Są to protektor standardowy, protektor MSHA oraz protektor z powłoką BLACK DIAMOND.

**PRZEWODY HYDRAULICZNE**

STOMIL BYDGOSZCZ zdaje sobie sprawę, że zapewnienie najwyższej niezawodności przewodów jest jednym z najważniejszych czynników, które pozwalają partnerom biznesowym zaoszczędzić czas i obniżyć koszty ewentualnego przestoju oraz serwisu. Wysoce wykwalifikowana kadra, nowoczesny park maszynowy oraz najwyższej jakości komponenty gwarantują dostawę przewodów o najwyższej jakości potwierdanej:

- badaniem szczelności na pompach ciśnieniowych do 1500 bar, w ilości określonej dokumentacją techniczną lub na



życzenie klienta nawet w 100%;

- badaniem wymiarów oraz przewężenia na przyrządach wzorcowanych przez Główny Urząd Miar.

Na stanie magazynowym firma STOMIL posiada bardzo szeroki asortyment węży oraz zakuć, dzięki czemu może oferować swoim partnerom krótkie terminy realizacji dostaw.

**WĘŻE PRZEMYSŁOWE**

Węże przemysłowe produkowane przez STOMIL BYDGOSZCZ to produkty o szerokiej funkcjonalności, które można stosować w: budownictwie, przemyśle naftowym i gazowym, węglowym i chemicznym, metalurgii, rolnictwie, przemyśle drzewnym, lekkim i spożywczym, maszynowym, lotniczym, wodociągowym i innych sektorach produkcji.

W szerokiej gamie produkowanych przez STOMIL BYDGOSZCZ węży przemysłowych znajdują się:

- węże przemysłowe do wody i sprężonego powietrza, które mają wielorakie zastosowanie i mogą być używane do: dostarczania gorącej lub zimnej wody, do destylacji i przechowywania chłodziw, do odprowadzania wody przemysłowej,

a także do przesyłania sprężonego powietrza pod ciśnieniem do urządzeń pneumatycznych. Dostępne są również wersje olejoodporne oraz górnicze, które są odporne na agresywne media i wahania temperatury i posiadają zwiększoną odporność i wytrzymałość na zużycie.

- Węże do pary i gorącego powietrza – są niezastąpione jako elastyczne węże parowe do dostarczania gorącej wody przemysłowej, do cyrkulacji i przesyłania pary w kotłach i węzłach ciepłych, a także agregatach i instalacjach czyszczących parą. Służą również do parowania wagonów kolejowych i cystern w przemyśle petrochemicznym i innych, a także do urządzeń chłodzących woda w hutnictwie, czy w przemyśle szklarskim,

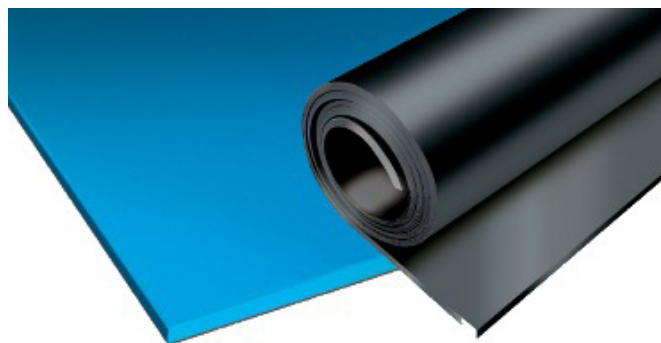


- Węże do powietrznych układów hamulcowych – są stosowane w pneumatycznych układach hamulcowych różnych maszyn: samochodów ciężarowych, ciągników, autobusów, przyczep, pojazdów szynowych itp.
- Węże do układów chłodzenia – są stosowane w układach klimatyzacji samochodowej. Cechuje je elastyczność i odporność na działanie płynów eksploatacyjnych i czynników chłodniczych. Produkowane są również wersje olejoodporne.
- Węże do olejów i paliw – są używane do przesyłania oleju i produktów zawierających olej, benzyny, oleju napędowego, płynu niezamarzającego, płynu hamulcowego, oleju przemysłowego. Węże te są odporne na warunki atmosferyczne, ozon i ścieralność.
- Węże do piaskowania, śrutowania, tynkowania, zapraw i betonu – są stosowane do transportu pod ciśnieniem luźnych i lepkich materiałów ściernych o zwiększonej odporności – piasku, korundu, grysłu stalowego, odłamków szkła kruszonego żużla w urządzeniach i systemach do śrutowania i piaskowania. Węże te są stosowane w przemyśle budowlanym podczas transportu różnego rodzaju mieszanek budowlanych, zapraw i zawieszin: gipsowych, tynkarskich czy cementowych, a także podczas transportu betonu za pomocą pomp.

- Węże do kwasów i zasad – są przeznaczone do przesyłania roztworów kwasów, zasad, soli i innych związków agresywnych chemicznie. Zastosowanie specjalnie dobranych materiałów do produkcji tych węży zapewnia ich niezawodność, odporność na wpływy atmosferyczne i ścieranie.
- Węże do substancji spożywczych – są stosowane w urządzeniach o wysokich wymaganiach higienicznych w zakładach spożywczych do transportu płynnych i gęstych produktów spożywczych.

### PŁYTY I WYKŁADZINY GUMOWE

Płyty gumowe produkowane przez STOMIL BYDGOSZCZ stosowane są jak wyrób gotowy do wibroizolacji lub ochrony przed mechanicznymi uderzeniami oraz jako półprodukt, stosowany m.in. do produkcji uszczelek lub gumowania bębnow oraz zbiorników. Gumowe płyty doskonale niwelują drgania wywoływane np. pracą maszyn, ułatwiają wypoziomowanie podłogi, zabezpieczając ją przed wszelakiego rodzaju uszkodzeniami, a także izolują i chronią posadzki. Warto również zauważyć, że płyty marki STOMIL BYDGOSZCZ spełniają wiele wymogów jakościowych, w tym również wymogi elektrowni atomowych.



Wykładziny gumowe to szeroka gama produktów o różnym zastosowaniu, między innymi jako wykładziny posadzkowe w halach przemysłowych, magazynach, warsztatach, rampach. Wykładziny gumowe znaleźć można m.in. w kabinach maszyn rolniczych, powozach konnych, wózkach transportowych, na stołach monterskich. Występują również jako amortyzatory i maty antywibracyjne pod maszynami pracującymi na dużych obciążeniach.

Do poszczególnych zastosowań należy dobrać odpowiedni typ płyt lub wykładzin odpornych na media występujące na stanowiskach pracy (np. olej maszynowy, UHV, kwasy i zasady itp.). Oprócz funkcji użytkowych i ochronnych przy odpowiednim wzornictwie można uzyskać dodatkowo ciekawy efekt dekoracyjny. Płyty i wykładziny gumowe są produkowane w STOMIL BYDGOSZCZ w różnych wzorach powierzchniowych i kolorystycznych oraz wariantach uwzględniających warunki pracy panujące w danym środowisku.

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom rynku i klientów STOMIL BYDGOSZCZ oferuje usługę wycinania detali w dowolnym kształcie np. uszczelek, podkładek, dywaników wg rysunków dostarczonych przez klientów z oferowanego bogatego asortymentu płyt uszczelniających oraz wykładzin gumowych.



**Gwarantujemy:**

- ✓ profesjonalnie dobrany przez wykwalifikowanych technologów rodzaj płyty do cięcia pod konkretne zastosowanie uszczelki
- ✓ wysoką precyzję wykonania uszczelki zgodnie z dostarczonym rysunkiem technicznym
- ✓ szybki termin realizacji zamówienia
- ✓ atrakcyjną ofertę cenową
- ✓ możliwość wycinania krótkich serii pod indywidualne zapytania klientów.

**USZCZELNIENIA I PROFILE WYTŁACZANE**

Produkowane przez STOMIL BYDGOSZCZ uszczelnienia i inne wyroby wytłaczane wykonane są na bazie kauczuków EPDM, SBR, CR, NBR o twardości od 60 do 80 °Sh. Dokładność wykonania ustalana jest w oparciu o normę polską PN-66/C 94126 lub niemiecką DIN-7715. Oferowane są uszczelnienia w różnych kolorach.



- W ofercie znajdują się między innymi:
- uszczelki wytłaczane z gumy EPDM dla stolarki otworowej PCV, aluminiowej i drewnianej,
  - uszczelki wytłaczane z gumy różnych typów do zastosowań przemysłowych np. ekrany akustyczne, bramy, drzwi garażowe, w kontenerach,
  - uszczelki wytłaczane z gumy porowatej,
  - uszczelnienia gumowe wytłaczane do taboru szybowego oraz transportu drogowego.

Profile gumowe to idealne rozwiązanie zarówno w przemyśle hydrotechnicznym, spożywczym, gastronomii, jak i budownictwie, rolnictwie, kolejnictwie, logistyce czy transporcie.

Uszczelki wytłaczane znajdują zastosowanie jako zabezpieczenie ostrych krawędzi blach, szyb i wszelkiego rodzaju twardych płyt (konstrukcje stalowe, szafy sterownicze, stoły montażowe itp.). Stosowane są w elektrowniach wodnych jako zabezpieczenie przed korozją ruchomych elementów wodnych. Używane są również jako odbojnice doków przelądkowych, które chronią powierzchnie przed uszkodzeniem mechanicznym.

Wybierając współpracę z doświadczonym producentem jakim jest STOMIL BYDGOSZCZ, który ma długoletnią praktykę w produkowaniu i dostarczaniu spełniających wymogi norm europejskich wyrobów gumowych, możesz liczyć na indywidualne rozwiązania dopasowane pod konkretne swoje potrzeby. STOMIL BYDGOSZCZ oferuje zróżnicowaną gamę wyrobów gumowych wysokiej jakości dla zaspokojenia większości potrzeb klientów oraz współtworzenia siły przemysłu. Wybieraj mądrze!



**stomil BYDGOSZCZ**

BYDGOSKIE ZAKŁADY  
PRZEMYSŁU GUMOWEGO  
"STOMIL" S.A.  
ul. Toruńska 155  
85-950 Bydgoszcz  
tel. 52 32 64 100  
fax. 52 32 64 414,  
e-mail: info@stomil.bydgoszcz.pl

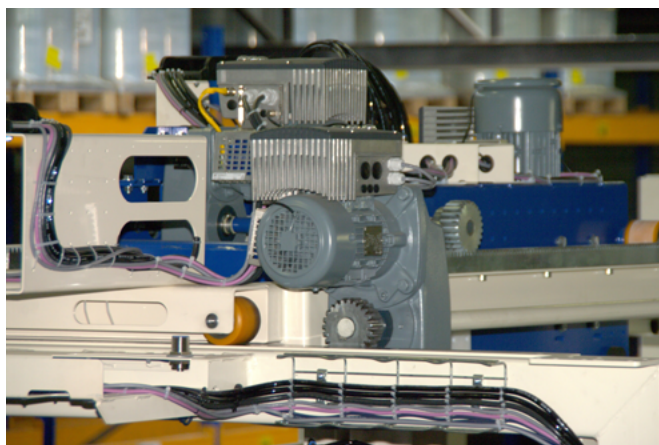
# Technologia napędowa dla pakowania końcowego - zalety rozwiązań ze zdecentralizowanym sterowaniem

Napędy z centralnie sterowanymi serwowmotorami są powszechnie stosowane w pakowaniu końcowym. Jednak w zastosowaniach o dużej bezwładności lub dużych odległościach - na przykład paletyzacji - rozwiązania napędowe ze sterowanymi silnikami asynchronicznymi są wydajną i ekonomiczną alternatywą. W zależności od typu systemu i zastosowania, możliwe są korzyści kosztowe sięgające nawet 50%.

**B**ranża opakowań odnotowuje średni roczny wzrost sprzedaży na poziomie 4-6% na całym świecie i podlega ciągłym zmianom. Opakowania końcowe nadal charakteryzują się konwencjonalnymi sztywnymi liniami produkcyjnymi, jednak wymagania dotyczące wydajności i elastyczności coraz częściej wymagają modułowych i zdecentralizowanych koncepcji. Kwestie takie jak zużycie energii, wymagania przestrzenne i obsługa również odgrywają coraz większą rolę, a technologia napędów może wnieść w to istotny wkład.

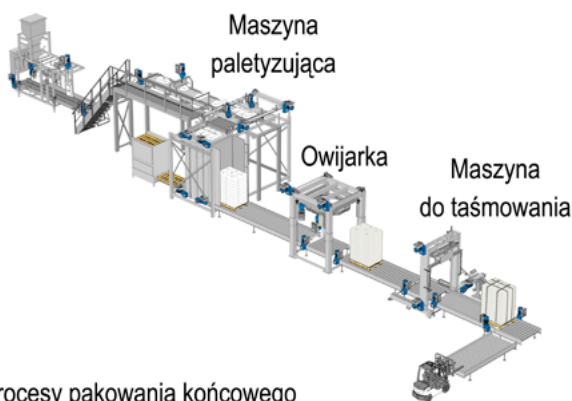
Pakowanie końcowe definiuje ostatni etap procesu pakowania, a tym samym koniec linii produkcyjnej. Tutaj produkty i towary są pakowane w formie gotowej do sprzedaży i przygotowywane do transportu do klienta. Systemy napędowe mają tutaj zasadnicze znaczenie. Wprawiają one w ruch zautomatyzowane maszyny i systemy oraz w znacznym stopniu przyczyniają się do wydajnych kosztowo, precyzyjnych i niezawodnych procesów. Wszędzie tam, gdzie palety muszą być podnoszone, obracane, pozycjonowane lub przenoszone, muszą być transportowane przy użyciu technologii napędów elektrycznych.

W technologii pakowania w większości przypadków stosowane są konwencjonalne serwonapędy, a dokładniej rozwiązania napędowe z centralnie sterowanymi synchronicznymi silnikami serwo. Złożona i kosztowna technologia ma swoje



uzasadnienie w pakowaniu pierwotnym i wtórnym, ponieważ wymagane jest dokładne pozycjonowanie i wysoka dynamika. Inaczej jest w przypadku pakowania końcowego. Ze względu na duże masy i siły, procesy są tam mniej dynamiczne, a wiele funkcji serwonapędów jest rzadko potrzebnych. Sterowane asynchroniczne układy napędowe są często bardziej wydajne i znacznie bardziej ekonomiczne - w szczególności, jeśli są obsługiwane przez zdecentralizowane przetwornice częstotliwości. Silniki asynchroniczne mają wyraźną przewagę szczególnie w przypadku przenoszenia dużych obciążeń. Zapewniają najwyższą stabilność procesu, a rezerwa przeciążeniowa na poziomie 100-300% dodatkowo zapewnia wysoką niezawodność działania.

Zdecentralizowane napędy asynchroniczne są tańsze od serwonapędów oraz oferują korzyści ekonomiczne w zakresie instalacji, konserwacji, żywotności i wymagań przestrzennych. Dalsze obniżenie kosztów jest możliwe dzięki pracy ze zdecentralizowanymi przetwornicami częstotliwości, które wykorzystują zintegrowany sterownik PLC. Te systemy napędowe zapewniają możliwość bezpośredniego podłączenia i sterowania otaczającymi czujnikami i siłownikami. Zmniejsza to nakłady na okablowanie i oszczędza miejsce w szafie sterowniczej. W zależności od typu systemu i zastosowania, oszczędności mogą sięgać nawet 50%. Zdecentralizowane rozwiązanie może również zmniejszyć ruch danych w systemie magistrali wyższego poziomu i rozwiązywać niezależne aplikacje za pośrednictwem zintegrowanego sterownika PLC. Wszystkie popularne interfejsy automatyzacji pakowania można zintegrować, oszczędzając czas i pieniądze na kosztach uruchomienia. Sterownik PLC może również przejąć pełną kontrolę nad samodzielnymi maszynami, eliminując potrzebę stosowania drogiego, dodatkowego systemu sterowania.



Procesy pakowania końcowego

Praktyczny przykład maszyn paletyzujących holenderskiego producenta maszyn SYMACH Palletizers pokazuje, w jaki





sposób przejście z napędów z centralnie sterowaną technologią serwonapędów na zdecentralizowaną technologię napędów może zakończyć się sukcesem.

W przeszłości firma polegała wyłącznie na scentralizowanych systemach napędowych. Wymagało to zainstalowania skrzynek kontrolnych na górze maszyny, co zajmowało dużo miejsca, zwiększało koszty i utrudniało dostęp podczas prac konserwacyjnych. W trakcie modernizacji scentralizowana technologia serwo została zastąpiona zdecentralizowaną technologią napędową firmy NORD DRIVESYSTEMS z silnikami asynchronicznymi. Spowodowało to znaczne obniżenie całkowitego kosztu posiadania. Zdecentralizowane asynchroniczne układy napędowe sprawdziły się w sterowaniu złożonymi sekwencjami

reklama

ruchu chwytaka maszyny paletyzującej. Centrowanie jednostki jest znacznie bardziej ekonomiczne niż poprzednie rozwiązanie oparte na technologii serwo.

Jako jeden z wiodących na świecie kompletnych dostawców technologii napędów elektrycznych, mechanicznych i elektro-mechanicznych, NORD DRIVESYSTEMS jest silnym, niezawodnym partnerem dla przemysłu opakowaniowego. W przypadku pakowania końcowego firma wdraża modułowe koncepcje napędów, które są precyzyjnie skonfigurowane pod kątem konkretnych zastosowań i wymagań klienta. System modułowy, specjalistyczna wiedza, rozległa wiedza branżowa, szeroka gama znormalizowanych komponentów i rozwiązań dostosowanych do potrzeb klienta firmy NORD są podstawowymi czynnikami sukcesu w zakresie ekonomicznych i wydajnych rozwiązań napędowych - przyczyniając się do obniżenia całkowitego kosztu posiadania (TCO).



NORD Napędy Sp. z o.o.  
Zakrzów 414, 32-003 Podłęże  
tel. 12 288 99 00, fax 12 288 99 11  
biuro@nord.com, www.nord.com

## OUR SOLUTION. YOUR SUCCESS.

Szerokie kompetencje specjalistyczne  
na potrzeby każdego zastosowania.



- ▶ Globalna dostępność i usługi serwisowe
- ▶ Wiarygodny partner, szybki kontakt
- ▶ Energooszczędne rozwiązania oparte na modułowej koncepcji produktu



Do 62% mniejsze zużycie sprężonego powietrza dzięki koncentratorowi zarządzania powietrzem nowej generacji - firma SMC wprowadziła nową serię Air Management System!

# Automatyka przemysłowa, kontrola powietrza i efektywność energetyczna

SMC, wiodący ekspert w dziedzinie automatyki przemysłowej i rozwiązań IIoT, odpowiada na potrzebę redukcji emisji CO<sub>2</sub> i zużycia energii, wprowadzając na rynek swoją najnowszą innowację: System Zarządzania Sprężonym Powietrzem (ang: Air Management System) Serii 20/30/40/60. Dzięki temu rewolucyjnemu systemowi zarządzania sprężonym powietrzem każda firma korzystająca z urządzeń pneumatycznych w swoich procesach może osiągnąć nawet do 62% redukcji zużycia sprężonego powietrza z korzyścią zarówno dla środowiska, jak i dla podniesienia swojego zaawansowania technologicznego w zakresie konserwacji predykcyjnej, zrównoważonego rozwoju, przemysłu 4.0 i digitalizacji.

Marnotrawstwo energii w zakładach produkcyjnych i przetwórczych wynika głównie z czynników takich jak słaba kontrola zużycia sprężonego powietrza, niewykryte wycieki oraz procesy, które nie są zoptymalizowane pod kątem trybu postoi i odcięcia dostaw sprężonego powietrza. Konsekwencje to zwiększone koszty i nieoczekiwane problemy wynikające z niewystarczającego planowania i działań konserwacyjnych. Dzięki zastosowaniu naszego rozwiązania zarządzania sprężonym powietrzem serii AMS20/30/40/60, możliwe jest osiągnięcie oszczędności energetycznych nawet do 62%. Ponadto nasz produkt monitoruje i zarządza ciśnieniem, przepływem i temperaturą powietrza dostarczanego do poszczególnych maszyn na wejściu głównego zasilania. System zarządzania sprężonym powietrzem znajduje zastosowanie w różnych branżach i sektorach, które wykorzystują sprężone powietrze w swoich aplikacjach.

### Technologia rozwiązująca problemy

W dzisiejszym świecie coraz większą uwagę poświęca się ochronie środowiska i efektywności energetycznej. Rosnące rachunki za energię i potencjalnie nieekonomiczne działania, takie jak wadliwe instalacje prowadzące do wycieków w np.: połączeniach gwintowych, powodują stałe zużycie sprężonego powietrza, a praca przy ciśnieniu roboczym 7-8 barów utrudnia generowanie oszczędności energetycznych. Podejmując pierwszy krok w kierunku efektywności energetycznej, który polega na obniżeniu ciśnienia zasilania maszyn do zalecanego poziomu, możliwe jest ograniczenie zużycia energii i emisji CO<sub>2</sub>. Gdy istnieje możliwość obniżenia ciśnienia do zalecanego i bezpiecznego poziomu, który utrzyma efektywność instalacji pneumatycznej, warto mieć to na uwadze i o tym pomyśleć.



Reasumując, mniejsze ciśnienie zasilania to analogicznie mniejsza ilość wyciekającego powietrza na zewnątrz układu, co przekłada się w znacznym stopniu na finanse.

A co się dzieje w momencie, kiedy maszyna wyposażona w rozwiązania pneumatyczne nie produkuje lub zostaje zatrzymana na potrzeby konserwacji? W tym czasie, bez odpowiedniego zaimplementowanego rozwiązania, zawsze będą występowały procesowe zużycia oraz wycieki powietrza, które są niestety nieodłącznie występującą sytuacją, a to z kolei przyczynia się do marnowania zasobów energii. Dlatego wychodząc naprzeciw oczekiwaniom naszych klientów prezentujemy rozwiązanie Air Management System serii 20/30/40/60, który monitoruje przepływ, ciśnienie i temperaturę. Poprzez ciągłe monitorowanie przepływu powietrza na maszynie, Air Management System od SMC, minimalizuje niepotrzebne zużycie mediów jakim jest sprężone powietrze. Podczas gdy czujnik przepływu wykryje „spadek” zużycia powietrza na maszynie poniżej nastawialnego progu roboczego oraz system serii AMS20/30/40/60 dostaje dodatkową informację o zatrzymaniu produkcyjnym, wtedy zawór redukcyjny dostaje informację i automatycznie zmniejsza ciśnienie robocze układu pneumatycznego do nastawionego bezpiecznego poziomu ciśnienia zasilania np. 2 bary. Nieekonomiczne zużycie powietrza lub wycieki przy standardowej wartości ciśnienia generują znaczne straty, a zastosowanie systemu Air Management System może je znacznie ograniczyć.

Bardzo ważną i korzystną opcją dla użytkownika jest to, że jednostka serii AMS20/30/40/60 wprowadza automatycznie maszynę w tryb standby (czuwania) lub całkowitego odcięcia (izolacji). System pozwala na programowalną, automatyczną redukcję ciśnienia i nastawialne czasy zamknięcia dopływu



powietrza. Jeżeli te dwa warunki zostaną spełnione, Air Management System przechodzi w tryb standby po ustalonym czasie. A po określonym przez użytkownika czasie system przechodzi w stan pełnej izolacji odcinając dopływ sprężonego powietrza do maszyny. Dlatego rozwiązania, takie jak Air Management System, stają się coraz bardziej popularne i poszukiwane na rynku globalnym. Seria AMS20/30/40/60 to innowacyjne rozwiązanie, które kontroluje i optymalizuje ciśnienie powietrza, przepływ i temperaturę dostarczanego powietrza, eliminując straty energii i zmniejszając emisję CO<sub>2</sub>.

### Korzyści dla Twojej firmy

Implementacja Systemu Zarządzania Sprężonym Powietrzem Serii AMS20/30/40/60 firmy SMC przynosi wiele korzyści. Oto niektóre z nich:

- **Oszczędności energetyczne:** Dzięki zaawansowanemu monitorowaniu i zarządzaniu sprężonym powietrzem możliwe jest osiągnięcie oszczędności energetycznych sięgających nawet 62%. Redukcja kosztów energii przyczynia się do zwiększenia zysków firmy.
- **Zwiększenie wydajności:** Poprawione zarządzanie sprężonym powietrzem prowadzi do zwiększenia wydajności procesów produkcyjnych. Eliminacja wycieków i optymalizacja ciśnienia powietrza przyczyniają się do zmniejszenia czasu przestoju i zwiększenia produkcji.
- **Dłuższa żywotność urządzeń:** Precyzyjne kontrolowanie ciśnienia i przepływu powietrza zmniejsza obciążenie dla

urządzeń pneumatycznych, co przekłada się na dłuższą żywotność i mniejszą awaryjność.

- **Wsparcie dla środowiska:** Redukcja zużycia sprężonego powietrza i emisji CO<sub>2</sub> przyczynia się do ochrony środowiska naturalnego. Twoja firma może wnieść swój wkład w zrównoważony rozwój i zmniejszenie negatywnego wpływu na klimat.
- **Monitorowanie i analiza:** System AMS20/30/40/60 umożliwia monitorowanie parametrów sprężonego powietrza w czasie rzeczywistym oraz generowanie raportów i analizy, które pomagają w optymalizacji i kontroli zużycia energii.

SMC Seria AMS20/30/40/60 System Zarządzania Sprężonym Powietrzem oferuje kompleksowe i inteligentne rozwiązanie dla firm, które chcą osiągnąć oszczędności energetyczne, poprawić wydajność i wpłynąć pozytywnie na środowisko naturalne. Dzięki innowacyjnym funkcjom i zaawansowanej technologii, system ten umożliwia efektywne zarządzanie sprężonym powietrzem i otwiera drogę do przyszłościowego, zrównoważonego przemysłu.



SMC Industrial Automation Polska Sp. z o.o.

05-870 Błonie, ul. Stefana Batorego 10A

tel. +48 22 344 40 00

e-mail: sales@smc.pl, www.smc.pl

## Międzynarodowe Targi Kolejowe TRAKO

# Jedziemy dalej!

Najnowsze technologie, merytoryczne wydarzenia, biznesowe spotkania – wszystko to w ramach święta branży transportu szynowego – Międzynarodowych Targów Kolejowych TRAKO już od 19 do 22 września w AMBEREXPO w Gdańsku.

TRAKO to największe i najbardziej prestiżowe w Polsce oraz drugie w Europie spotkanie branży transportu szynowego. W Centrum Wystawienniczo-Kongresowym AMBEREXPO oraz na terenach zewnętrznych będzie można się zapoznać z najnowszymi trendami, rozwiązaniami technologicznymi, poziomem rozwoju systemów transportowych, infrastruktury kolejowej i nowościami w Polsce, Europie i na świecie. To także doskonała okazja do wymiany doświadczeń i spotkań w środowisku branżowym.

W 15. jubileuszowej edycji Targów spodziewany jest udział ponad 500 wystawców z co najmniej kilkudziesięciu krajów, w tym potwierdzone już pawilony narodowe: z Austrii, Czech, Finlandii, Hiszpanii, Niemiec (3 landy), Szwajcarii, Ukrainy i Wielkiej Brytanii. Prognozowany jest też udział ponad 25 000 gości branżowych z ponad 40 krajów. Uczestnicy TRAKO to przedstawiciele najważniejszych firm związanych z branżą

kolejową o zasięgu międzynarodowym, jak i czołówka największych polskich firm sektora szynowego. W wydarzeniu biorą udział eksperci, inwestorzy, producenci, firmy świadczące usługi przewozowe i zarządzające infrastrukturą oraz oferujące usługi i rozwiązania technologiczne. Wydarzenie realizowane jest w czterech podstawowych segmentach: tabor, infrastruktura, spedycja, szynowa komunikacja aglomeracyjna i miejska.

### PROGRAM WYDARZEŃ MERYTORYCZNYCH

Rada Programowa Targów TRAKO już od wielu miesięcy pracuje nad przygotowaniem wydarzeń odpowiadających na najbardziej interesujące pytania i zagadnienia branży.

Tradycyjnie to prawie 100 debat, seminariów i konferencji, w tym:

- Debata otwarcia „Strategiczna rola kolei w budowę odporności Europy”
- Debata „Konsolidacja kolei. Szanse i wyzwania” (Grupa PKP)
- Seminarium pt. „Koleje Dużych Prędkości (KDP)” (SITK RP)
- Debata „Kobiety w sektorze kolejowym – wyrównywanie szans – możliwości i przeszkody” (PKP SA)
- Debata/Konferencja „Plany zrównoważonej mobilności – nowe podejście do transportu” (UTK)

Pełny program merytoryczny znajduje się na stronie: [www.trakoexpo.com/program-targow/](http://www.trakoexpo.com/program-targow/).

### Dzień Edukacji i Kariery

W ramach IV Dnia Edukacji i Kariery wystawcy zaprezentują najciekawsze oferty pracy, staży i praktyk. Głównym celem spotkań będzie możliwość bezpośredniej wymiany informacji oraz wzajemnych oczekiwań pracodawców i pracobiorców, także w perspektywie wyboru kierunku studiów, ich specjalizacji czy też studiów doktoranckich.

Podczas całego dnia będzie można wziąć udział w prelekcjach oraz warsztatach dedykowanych osobom poszukującym pracy w branży. Dzięki międzynarodowemu charakterowi Targów będzie to również szansa na zapoznanie się projektami realizowanymi dla transportu szynowego za granicą.

Więcej na: [www.trakoexpo.com/dzien-edukacji-i-kariery/](http://www.trakoexpo.com/dzien-edukacji-i-kariery/)

### TRAKO Dzieciom

Targi TRAKO oprócz biznesowego wydźwięku, od 2003 roku mają dedykowane działanie charytatywne. Zorganizowana zostanie XI akcja TRAKO Dzieciom, w ramach której odbędzie się konkurs plastyczny, którego temat wiodący to „Pociągami na wakacje”. Organizatorzy zachęcają do udziału dzieci i młodzież, bo nadesłane prace zostaną przekazane na licytację, z której dochód wesprze działania organizacji działającej na rzecz dobrostanu psychicznego dzieci i młodzieży.

### Konkursy i nagrody

Prestiżowe konkursy to nieodłączny element Targów TRAKO. W tej edycji rozstrzygniętych zostanie osiem konkursów merytorycznych. Po raz drugi wręczona zostanie nagroda medialna im. Jana Raczyńskiego, znakomitego dziennikarza, wieloletniego członka Rady Programowej. Zgłoszenia do nagrody medialnej przyjmowane są na stronie wydarzenia: [www.trakoexpo.com/konkursy/nagrada-medialna-im-inz-jana-raczynskiego/](http://www.trakoexpo.com/konkursy/nagrada-medialna-im-inz-jana-raczynskiego/)

Więcej o wszystkich konkursach: [www.trakoexpo.com/konkursy/](http://www.trakoexpo.com/konkursy/).

### Dostępność

TRAKO odbywać się będzie od 19 do 22 września. Goście branżowi mogą brać udział w Targach od wtorku do czwartku w godzinach 10:00-17:00 i w piątek od 10:00 do 16:00. Hobbyści i fani kolei mogą zwiedzać ekspozycje zewnętrzne wyłącznie w dniu 22.09.2023 (piątek).

Więcej informacji o targach: [www.trakoexpo.com](http://www.trakoexpo.com)

### Patronat honorowy nad Targami sprawują:

- Minister Aktywów Państwowych
- Minister Infrastruktury
- Prezes Urzędu Transportu Kolejowego
- Prezes Stowarzyszenia Elektryków Polskich

### Organizacja:

- Międzynarodowe Targi Gdańskie SA Grupa PKP

### Partnerzy:

- Ministerstwo Infrastruktury
- Urząd Transportu Kolejowego
- Fundacja ProKolej
- Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej
- Izba Gospodarcza Transportu Lądowego
- Klaster Luxtorpeda 2.0
- Polska Izba Spedycji i Logistyki
- Railway Business Forum
- Stowarzyszenie Elektryków Polskich
- Stowarzyszenie Eksportów i Menedżerów Transportu Szynowego
- Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP
- Stowarzyszenie na rzecz Interoperacyjności i Rozwoju Transportu
- Związek Samorządowych Przewoźników Kolejowych

### Partnerzy branżowi:

- Medcom
- Pesa
- TRACK TEC

Więcej informacji na: [www.trakoexpo.com](http://www.trakoexpo.com)



Znajdziesz nas pod adresem  
[www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)

**napędy** miesięcznik  
i sterowanie naukowo-  
techniczny



JEDZIEMY DALEJ!



# TRAKO

MIĘDZYNARODOWE  
TARGI KOLEJOWE

19-22.09.2023  
GDAŃSK

DOWIEDZ SIĘ  
WIĘCEJ



TRAKOEXPO.COM

amber  
expo



# Moog Animatics przedstawia najnowocześniejszy SmartMotor™ Class 6 D-Style

MEMMINGEN – 13 czerwca 2022 – Moog Animatics miała przyjemność ogłosić wprowadzenie na rynek nowej rodziny produktów Class 6 D-Style SmartMotor™. Ten nowy SmartMotor rozszerza zakres zastosowań znanego już, wszechstronnego, programowalnego systemu serwonapędów składającego się z silnika, wielobrotowego enkodera wartości bezwzględnej, stopnia wzmacniacza i sterownika napędu, a także ważnych interfejsów komunikacyjnych, takich jak USB, dwa interfejsy Industrial Ethernet (może być używany jako interfejs EtherCAT®, PROFINET® lub Ethernet IP) oraz standardowe połączenia RS-232/RS-485 i CAN.

Nowe silniki klasy 6D SmartMotor charakteryzują się kompaktową budową, niższymi kosztami całkowitymi i prostą konstrukcją, dzięki czemu nie mają sobie równych na rynku. Zalety tej nowej rodziny produktów mają decydujące znaczenie przy opracowywaniu nowych aplikacji i ułatwiają modernizację istniejących systemów. Użytkownicy i projektanci zmniejszają w ten sposób koszty rozwoju maszyn i czas budowy.

Wraz z wprowadzeniem serii Class 6D udało się zwiększyć zakres mocy do 1 kW i zaoferować znacznie wyższy moment obrotowy przy tej samej kompaktowej konstrukcji w porównaniu z poprzednimi seriami. Ta zwiększona gęstość mocy w połączeniu z interfejsem

Industrial Ethernet i wielobrotowym enkoderem absolutnym wyraźnie odróżnia nowe silniki SmartMotor od konkurencyjnych produktów”.

Większe spektrum mocy silnika klasy 6D wraz z rozszerzonym zakresem temperatur pracy (od -20°C do +100°C) pozwala na zastosowanie go w znacznie szerszym spektrum, np. automatyce rolniczej oraz w powiększonym zakresie aplikacji automatyki przemysłowej. Spełnia to stale rosnące wymagania producentów i projektantów maszyn, którzy potrzebują wszechstronnego, precyzyjnego i w pełni zintegrowanego układu napędowego.

Dzięki enkoderowi absolutnemu bez baterii, oddzielnym wejściom/wyjściom z zasilaniem 24 V (do oddzielnego zasilania stopnia wzmacniacza



Zdjęcie 2: Moog Animatics SmartMotor™ Class 6 D-Style z hamulcem, ©Moog Animatics



Zdjęcie 1: Moog Animatics SmartMotor™ Class 6 D-Style bez hamulca postojowego, ©Moog Animatics

i logiki), możliwemu hamulcowi i prostej opcji podłączenia do urządzeń diagnostycznych przez USB, silnik klasy 6D SmartMotor osiąga znaczną poprawę w wydajności systemu, ponieważ minimalizuje źródła błędów, upraszcza rozwiązywanie problemów, a tym samym ogranicza przestoje podczas konserwacji lub przerw w zasilaniu.

„Kiedy programiści i projektanci szukają kompaktowego, wydajnego i niezwykle niezawodnego rozwiązania napędowego i cenią sobie efektywność kosztową oraz elastyczną konstrukcję, SmartMotor klasy 6D jest najlepszym wyborem, jakiego mogą dokonać” — podsumowuje Ray Walsh, dyrektor generalny Moog Animatics.



### O Moog Animatics

Moog Animatics, marka należąca do Moog Inc. od 2011 roku, jest światowym liderem w dziedzinie zintegrowanych rozwiązań automatyki. Z ponad 30-letnim doświadczeniem w technice napędowej, amerykańska firma posiada od wielu lat oddziały w Niemczech i Japonii oraz rozległą sieć sprzedaży na całym świecie.

### Podsumowanie

- Bezobsługowe silniki BLDC z całkowicie zintegrowanym sterownikiem napędu
- Elastyczne, programowalne systemy z możliwością przejścia lub zastąpienia złożonych zadań sterowania

- Bezpłatny program SMI (SmartMortm Interface) do programowania silników

### O Moogu

Moog Inc. jest globalnym projektantem, producentem i integratorem precyzyjnych komponentów i systemów sterowania. Moog Industrial Group projektuje i wytwarza wysoce niezawodne produkty i usługi, wykorzystując technologie Motion Control i Power/Data, łącząc najlepsze w swojej klasie technologie z eksperckim wsparciem doradczym w szeregu wartościowych zastosowań w energetyce, maszynach przemysłowych, przemyśle stoczniowym, i sektorze symulacji, by wymienić

tylko kilka. W roku podatkowym 2021 Moog Industrial Group osiągnęła sprzedaż w wysokości 892 mln USD w łącznie 40 lokalizacjach na całym świecie. Jest częścią Moog Inc. (NYSE: MOG.A i MOG.B) z łączną sprzedażą na poziomie 2,85 miliarda dolarów.

Więcej informacji o Moogu na [www.moog.de](http://www.moog.de).



## DREMA 2023 – dobry kierunek

Przemysł drzewny i branża meblarska zmagają się z pogłębiającym się kryzysem energetycznym, spadkiem zamówień i eksportu mebli i wyrobów z drewna, rosnącymi cenami surowca drzewnego, przerwami w łańcuchach dostaw czy postępującą inflacją. Jak radzić sobie z niestabilnością rynku i przetrwać w trudnych czasach? O tym już we wrześniu w Poznaniu rozmawiać będą profesjonaliści podczas najważniejszego spotkania branży drzewnej i meblarskiej w Europie Środkowo-Wschodniej – targów DREMA 2023.

Na targach DREMA 2023 zaprezentowane zostaną zaawansowane technologicznie rozwiązania, zintegrowane systemy i maszyny, które mogą znacznie obniżyć koszty produkcji, a co za tym idzie – usprawnić wydajność, jakość i zrównoważony rozwój obróbki drewna i produkcji mebli. Ekspozycja obejmować będzie takie obszary, jak automatyzacja i cyfryzacja procesów, robotyzacja miejsc pracy oraz zastosowanie nowych materiałów i technologii – wszystko po to, aby wspierać producentów w oszczędzaniu zasobów.

Dowodem na bardzo duże zapotrzebowanie na spotkania profesjonalistów, jakim są targi DREMA, jest mocna reprezentacja

kluczowych firm sektora innowacji, szeroka prezentacja nowości, maszyn w ruchu i urządzeń do obróbki drewna, kompleksowa oferta zaopatrzenia dla producentów mebli (surowce, materiały, komponenty, technologie, maszyny i narzędzia), jak również program wydarzeń towarzyszących, mających praktyczny wymiar. Eksperti wskażą nie tylko trendy i optymalne kierunki zmian, ale doradzą także, jak je skutecznie wdrożyć (m.in.: Kongres Przemysłu Drzewnego KOOPDREW, Ogólnopolski Kongres Meblarski, Fabryki Mebli na Żywo, DREMA Dzieciom, Strefa Parkietu, Poligon Umiejętności Lakierniczych, DREMA Tools, Wyczarowane z Drewna, Mistrzostwa Polski We Wbijaniu Gwoździ, TOOLS Saloon, Strefa Trendów dla Meblarstwa).

Warto podkreślić, że targi DREMA znajdują się na liście 12 światowych wystaw popieranych przez EUMABOIS – Europejską Federację Producentów Maszyn do Obróbki Drewna i są jedynymi w Polsce, które znalazły się w tym zestawieniu.

**Międzynarodowe targi Maszyn, Narzędzi i Komponentów dla Przemysłu Drzewnego i Meblarskiego DREMA odbędą się w dniach 12-15 września 2023 roku, na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich.**



Więcej na: <https://drema.pl/pl/>

reklama



**ROBOTYKA.PL**

centrum polskiej robotyki

# Kierunkowość magneto-mechaniczna w stalach krzemowych – teoria i przykłady

Zbigniew Hilary Żurek, Gerd Dobmann, Bartosz Chmiela

**Streszczenie:** Powszechnie stosowane blachy elektrotechniczne stali krzemowej [15, 16] są zorientowane na ziarno (GO – np. blachy transformatorów anizotropowych) lub niezorientowane na ziarno (NGO – np. blachy izotropowe lub generatorowe).

Badaniu poddano blachę typu M130 o wymiarach odpowiadających formatowi A4. Oceniano dwa przypadki zmiany naprężenia w stosunku do geometrycznego środka arkusza blachy jak i wąskiego paska zwijanego w okrąg. Wprowadzono założenie, że poza zakresem odkształceń plastycznych w blasze pozostaje naprężenie szczątkowe w procesie produkcji i montażu np. transformatorów czy maszyn. Wskazano, że istnieje jakościowa zależność między wynikami pomiarów a przewidywaniami analitycznymi. Podjęto próby ilościowej analizy naprężenia na drodze symulacji i pomiaru. Badano związek stanu naprężenia ze zmianami parametrów podatności magnetycznej na stan odkształceń czy deformacji (efekt magnetosprężysty Villariego),

**Słowa kluczowe:** Procesy produkcyjne i montażowe dla potrzeb NDT oraz SHM. Sposoby magneto-indukcyjne pomiaru za pomocą unormowanych składowych impedancji według F. Förstera.

## 1. Wstęp

Gwałtowne procesy produkcyjne są przyczyną deformacji blach elektrotechnicznych, nawet gdy są one wprowadzane do maszyny do cięcia [9 - 16]. W przypadku produkcji elementów maszyn elektrycznych pojedyncze arkusze są produkowane na prasach szybkoobrotowych; następnie są łączone w laminowane podzespoły. Proces ścinania każdego rodzaju arkusza (na przykład przy nierównomiernym naprężeniu) lub każdy inny zabieg, taki jak wiercenie otworów lub nitowanie pakietów arkuszy (np. laminowanie) wprowadza naprężenia mechaniczne, które nie zawsze można wyeliminować nawet w przypadku obróbki cieplnej. Linie produkcyjne wyposażone są w systemy ciągłego badania parametrów blach; stosowane są metody prądów wirowych oraz specjalistyczne sondy pomiarowe. W artykule przedstawiono uproszczoną metodę badania naprężenia szczątkowego w blachach wykonaną asymetrycznym przetwornikiem indukcyjnym na bazie PCB i sondy LCD 1000 [3, 17], która charakteryzuje się szerokim zakresem możliwych zastosowań w diagnostyce SHM i NDT [1].

## Teoria i pomiar

Zmiany parametrów magnetycznych blach można przypisać zmianom przepuszczalności opisanym efektem Villariego [5, 6-9]. Odwracalne zmiany magnetosprężyste zachodzą (też w ograniczonym zakresie) we wszystkich materiałach spolarzowanych magnetycznie, a w szczególności w materiałach wykazujących magnetostrykcję w określonym zakresie i dla określonych kierunków naprężenia. Współczynnik magnetostrykcyjny  $\lambda$  jest równoważny współczynnikowi czułości  $d$  ( $d = \lambda$ ).

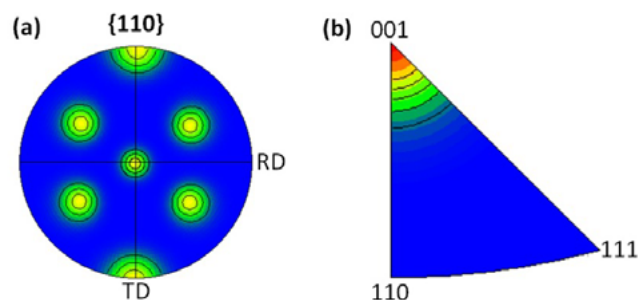
Względna zmiana przenikalności magnetycznej  $S$  na jednostkę naprężenia mechanicznego jest opisana zależnością (1):

$$S_{\mu} = \frac{\Delta\chi}{\chi} : \frac{\Delta\sigma}{\sigma} \quad (1)$$

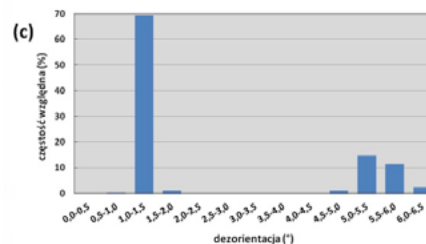
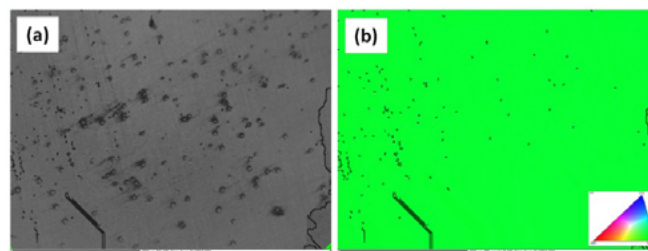
gdzie:  $\chi$  – podatność magnetyczna,  $\sigma$  – naprężenie mechaniczne.

## Analiza deorientacji ziaren blach Fe Si

Wysoka zgodność kierunku magnesowania [4-10, 17] z kierunkiem osi ziaren powoduje, że udziały pozostałych kierunków są nieznaczące jak na rysunku 1 i 2.



Rys. 1. Pole figure {110} (a) and reverse polar figure (b) for GO company transformer sheet

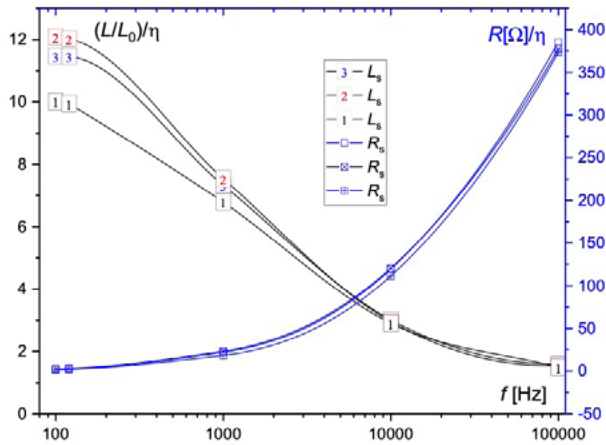


2. Obraz struktury (a), mapa orientacji krystalograficznej (b), udziały ziaren zorientowanych krystalograficznie (c) dla blach GOtransformer sheet.



Wyznaczenie związków magnetomechanicznych

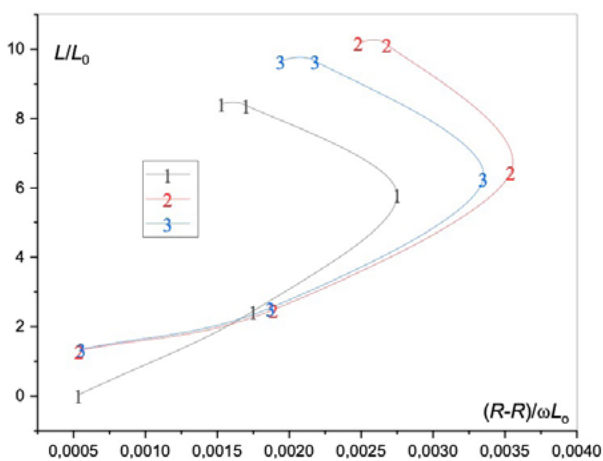
Przebieg zmian parametrów magnetycznych i elektrycznych cewki pomiarowej dla kolejnych przypadków (1-2-3) ilustruje rysunek 3.



Rys. 3. Krzywe zmian składowych impedancji cewki pomiarowej

- w funkcji częstotliwości
1. otwarty obwód magnetyczny,
  2. closed magnetic circuit  $\sigma = 0$ ,
  3. toroidal circuit  $\sigma \gg 0$

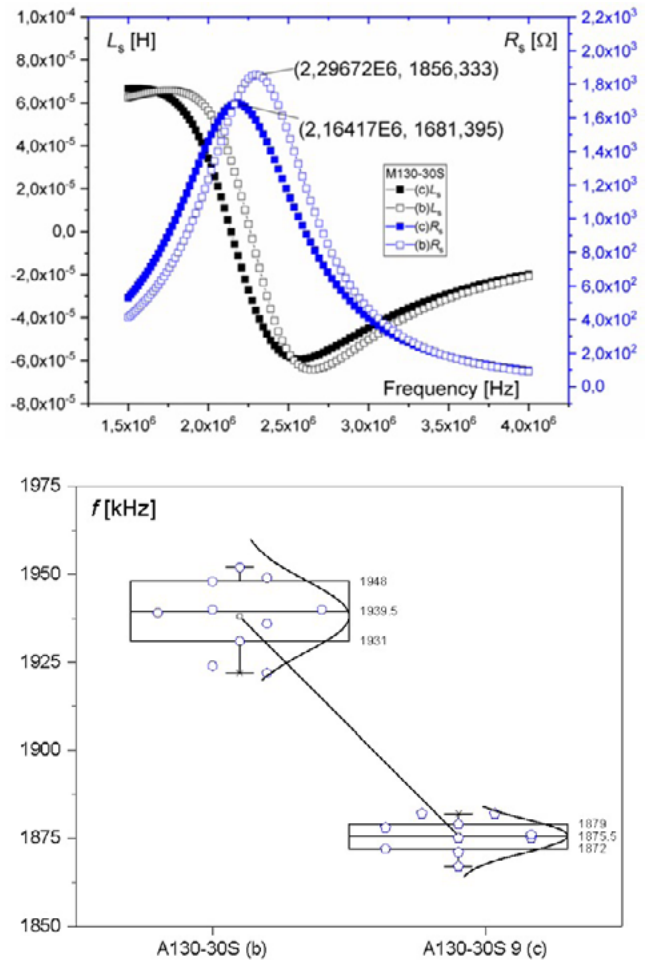
Na wykresie (rys. 4) przedstawiono za pomocą uproszczonego opisu dla spektroskopii impedancji SID2 [4] dla składowych z rysunku 3.



Rys. 4. Obraz zróżnicowania parametrów w ujęciu SID2

Z pomiaru tensometrycznego wyznaczono współczynnik czułości  $d = 0,1604 \text{ mV/kG}$ .

Pomiar przetwornikiem LDC100 z cewką płaską PCB [17] wykonano dla dwóch blach GO typu M130 w zakresie rezonansu. Wynik porównania z pomiarem mostkiem AGILENT pokazano na rysunku 5.



Rys. 5. Pomiar mostkiem AGILENT – góra, pomiar przetwornikiem LDC1000 w rezonansie - dół

Magneto - sprężystość stali krzemowej o ziarnach zorientowanych - GO

Rożmieszczenie magnetycznych momentów obszaru namagnesowania samorzutnego w kryształach jest różnie w poszczególnych materiałach. Na przykład dla żelaza kierunek ten jest zgodny z osią  $\langle 000 \rangle$ , dla niklu  $\langle 111 \rangle$ . Magnetostrykcja kryształów o strukturze regularnej rozróżnia współczynniki magnetostrykcji liniowej dla kierunków określonych osiami krystalograficznymi. Współczynnik magnetostrykcji jest zależny także od modułu sprężystości

$$\lambda_{(100)} = \frac{2AJ_s^2}{G} \quad (2)$$

$$\lambda_{(111)} = \frac{4AJ_s^2}{3G} \quad (3)$$

gdzie: G- moduł sprężystości dla ścinania,  
 A- stała zależna od struktury kryształu ( $A = 0,4$  dla sieci przestrzennie centrowanej),  
 $J_s$ - magnetyzacja nasycenia,  
 $\lambda_{\langle 100 \rangle}, \lambda_{\langle 111 \rangle}$  oznaczają maksymalne wartości magnetostrykcji

Zmiana indukcyjności przetwornika wynika z lokalnych zmian przenikalności. Przenikalność magnetyczna materiału

ferromagnetycznego jest zależna od wielu czynników. Najważniejsze z nich są ujęte w zależności

$$\mu_r \approx \frac{J_s^2}{3 \cdot \mu_0 \cdot \lambda_s \cdot \sigma} = \frac{J_s^2}{3 \mu_0 \lambda_s E_Y \epsilon} \quad (4)$$

gdzie:  $\mu_r$  – przenikalność względna  
 $E_Y$  – moduł Younga,  
 $\epsilon$  – odkształcenie wzdłużne,  
 $\lambda_s$  – współczynnik magnetostrykcji nasycenia.

Złożony rozkład odkształceń w badanym arkuszu blachy krzemowej wpływa na rozkład zmian przenikalności. Istotny udział w wyznaczaniu mapy odkształceń będzie miał współczynnik Poissona

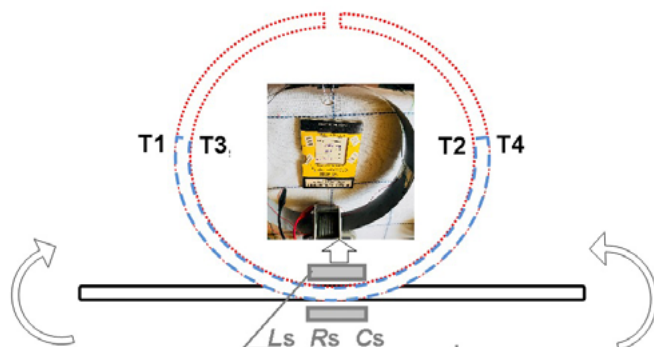
$$\nu = \frac{E - 2G}{2G} \quad (5)$$

Gdzie:  
 $E$  – moduł Younga  
 $G$  – moduł Kirchhoffa  
 $\nu$  - liczba Poissona

Współczynnik Poissona dla żelaza wynosi - 0,21...0,259, dla stali - 0,27...0,30, dla stali - krzemowej NGO 0,29 - 0,31, a dla stali krzemowej jest w niższej wartości

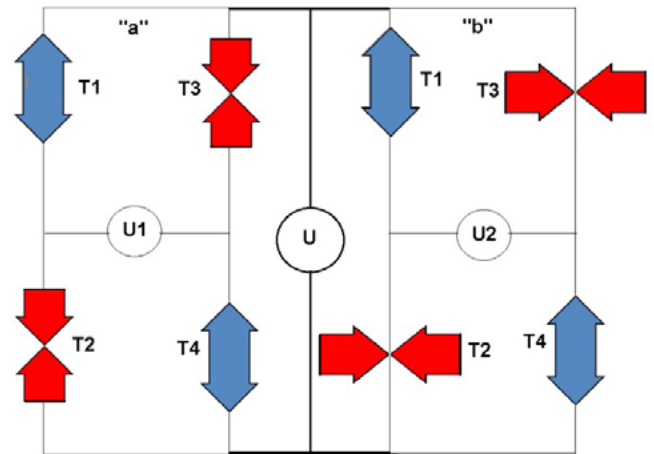
**Wyznaczanie współczynnika Poissona dla testowanego układu**

Dla stali krzemowej o ziarnach zorientowanych wyznaczono zmianę współczynnika Poissona dla paska stali krzemowej związanej w okrąg (rys. 6). Zmiana sztywności poprzecznej do kierunku magnesowania jest inna dla stali NGO wobec GO.



Rys. 6. Rozmieszczenie tensometrów pomiarowych

Sposób rozmieszczenia tensometrów na pasku z blachy krzemowej GO o długości 70 cm (rys. 6). Schemat funkcjonalny naklejonych przetworników tensometrycznych przedstawia rys. 7.



Rys. 7. Projekt połączeń porównawczych tensometrów pomiarowych

Porównując napięcia wyjściowe mostków tensometrycznych:

$$U_1 = \frac{\sum \epsilon_i UK}{4}, \sum \epsilon_i = \frac{4U_1}{UK} \quad (6)$$

$$U_2 = \frac{\sum \epsilon_{2(v)} UK}{4}, \sum \epsilon_{2(v)} = \frac{4U_2}{UK}$$

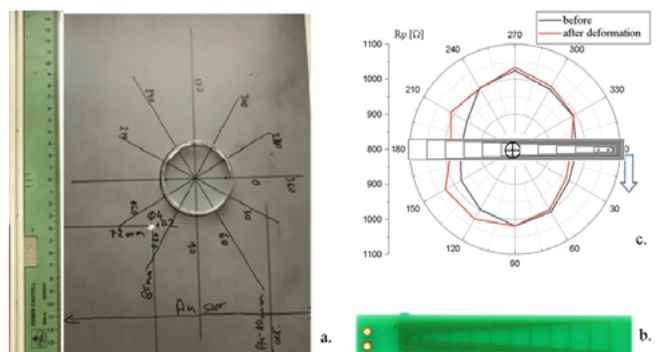
gdzie:  
 $U_1, U_2$  - napięcia wyjściowe  
 $K$  - stała tensometru,  
 $e$  - współczynnik odkształcenia.

Wyznaczono współczynnik Poissona. Współczynnik jest niższy od zakresu zmian dla stali NGO i wynosi 0,2. Pomiar będzie wielokrotnie powtórzony (dla wpływu geometrii blachy i jej grubości).

**Analizowany przykład**

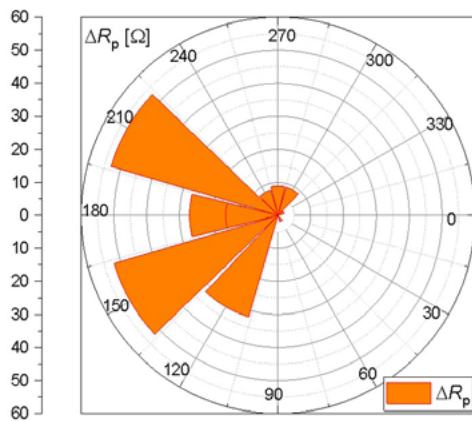
Analizowano parametryczny model blachy w skali 1:1. Przyjęliśmy, że punkty i krawędzie są stałe. Fizyczny model blachy, otworu wierconego i kierunku pomiaru pokazano na ryc. 8a, natomiast wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 8b.

Różnicę w składowej impedancji (uzyskaną w testach) pokazano na rys.9a, natomiast wynik badania rozkładu naprężenia przeprowadzonego w programie COMSOL pokazano na rys. 9b.



Ryc. 8. Blacha - a, cewka pomiarowa PCB i wynik pomiaru - b





Rys. 9a. Zmierzony wzrost składowej impedancji i wynik obliczeń dla odkształceń w blasze (I i II - punkty mocowania modelu, III - defekt /a otwór/, IV - punkt środkowy obrotu sondy)

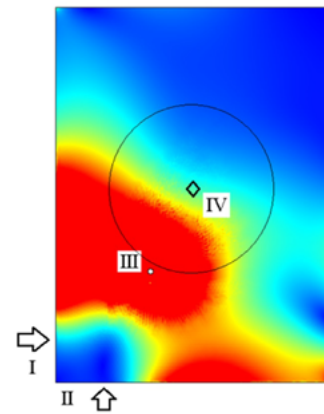
Zmiany spowodowane odkształceniami wpływają na zmiany parametrów cewki, składowe impedancji i są skorelowane z podatnością magnetyczną materiału zgodnie z with (1)

### Wnioski

Indukcyjny system kontrolno-pomiarowy SHM, oparty na przetworniku LDC, stanowi tani obwód pomiarowy w porównaniu z alternatywami przyrządami komercyjnymi. Systemy pomiarowe LDC można znaleźć w wielu zastosowaniach inżynierskich (uznanie w publikacji Brytyjskiego Towarzystwa NDT poprzez publikację [17]). Niejednokrotnie bagatelizowane istotne zmiany współczynnika odmagnesowania od procesów technologicznych cięcia i montażu sprawiają, że temat jest dalej analizowany. Powstawanie dodatkowych lokalnych zmian magnesowania jest przyczyną generowania pasożytniczych częstotliwości o szerokim zakresie częstotliwości. W niższych częstotliwościach słyszane jako dodatkowy szum urządzenia czy maszyny.

### Literatura

- [1] Aplikacje przemysłowe NDTrlc-e
- [2] Alla E. Petrova, Vladimir N. Krasnorussky and Sergei M. Stishov: Elastic properties of FeSi, Institute for High Pressure Physics of Russian Academy of Sciences, Troitsk, 142190 Moscow Region, Russia, November 20, 2009
- [3] Żurek Z. H., Duka P., RLC circuits for material testing and NDT, Institute of Electrical Drivers & MachinesKOMEL, 01-2015, ISBN 978-83-931090-8-0,BOOKomel
- [4] Żurek Z. H., Spektroskopia impedancji, Napędy i Sterowanie, miesięcznik naukowo-techniczny, Nr190 (285)/2023, Nr2 (286)/2023
- [5] Étienne Du Tremolet de Lacheisserie: Magnetostriction: theory and applications of magnetoelasticity – 1993
- [6] <https://brockhaus.com>
- [7] Agilent Technologies Impedance Measurement Handbook, Agilent Technology Co Ltd. 2006
- [8] Keysight Technologies, Impedance Measurement Handbook. A Guide to Measurement Technology and Techniques, 4th ed., Keysight Technologies, 2014, <http://www.keysight.com>.
- [9] Appino, i inni: International comparison on SST and Epstein measurements in grain-oriented Fe-Si sheet steel, 13th International Workshop on 1&2 Dimensional Magnetic Measurement



Rys. 9b. Zmierzony wzrost składowej impedancji i wynik obliczeń dla odkształceń w blasze (I i II - punkty mocowania modelu, III - defekt /a otwór/, IV - punkt środkowy obrotu sondy)

and Testing (2014); International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, vol. 48, no. 2,3, pp. 123-133, 2015

- [10] J Sievert, The measurement of magnetic properties of electrical sheet steel – survey on methods and situation of standards, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Volumes 215–216, 2 June 2000, Pages 647-651, [https://doi.org/10.1016/S0304-8853\(00\)00251-1](https://doi.org/10.1016/S0304-8853(00)00251-1)
- [11] R. I. Joseph and E. Schlömann: Demagnetizing Field in Nonellipsoidal Bodies, Journal of Applied Physics 36, 1579 (1965); <https://doi.org/10.1063/1.1703091>
- [12] Patrick Schilder: Eddy current measurements with the LDC1000EVM digital inductance sensor, Universities van Amsterdam, Faculty of Science, van der Waals-Zeeman Institute, Report Bachelor Project Physics and Astronomy 2015, <https://esc.fnwi.uva.nl/thesis/centraal/files/f1250956148.pdf>
- [13] Sakda Somkun: Magnetostriction and Magnetic Anisotropy in Non-oriented Electrical Steels and Stator Core Laminations, A thesis submitted to the Cardiff University in candidature for the degree of Doctor of Philosophy Wolfson Centre for Magnetics Cardiff School of Engineering Cardiff University Wales, United Kingdom September 2010
- [14] L. Daniel, O. Hubert, F. Ossart, R. Billardon: Experimental analysis and multiscale modelling of the anisotropic mechanical and magnetostrictive behaviours of electrical steels, Journal de Physique IV (Proceedings) · March 2003 DOI: 10.1051/jp4:20030194
- [15] Michele Garibaldi, Ian Ashcroft, Marco Simonelli, Richard Hague: Metallurgy of high-silicon steel parts produced using Selective Laser Melting, <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2016.03.037> Get rights and content, Acta Materialia, Volume 110, 15 May 2016, Pages 207-216
- [16] Wojciech A. PLUTA.: Anisotropy influence on loss components, in electrical steel sheets, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 83 NR 4/2007, 38-41
- [17] Żurek Z. H., Kukla D.: LDC1000 converter for NDT material diagnostic and characterization, INSIGHT –Electromagnetics, Vol 60 – No 7 – July 2018, DOI: 10.1784./insi.2018.60.7.375, ISSN: 1354-2575,
- [18] [http://www.bindt.org/publications/insight-journal/Insight-vol-60-No-8/?insite\\_mode=2&insite\\_tryflushcache=4044](http://www.bindt.org/publications/insight-journal/Insight-vol-60-No-8/?insite_mode=2&insite_tryflushcache=4044),

# Bezszczotkowy silnik prądu stałego do napędu rogatekowego

Zbigniew Goryca, Grzegorz Stefański, Mirosław Krzowski, Łukasz Michta, Marcin Kaniewski

## Wstęp

Przedstawiony w grudniowym (2022) numerze „Napędów i Sterowania” silnik komutatorowy do napędu rogatekowego spełnia swoje zadania, ale ma typowe dla silników komutatorowych wady, jakimi są: konieczność okresowej konserwacji węzła komutator – szczotka, konieczność okresowego czyszczenia wnętrza silnika z pyłów powstających ze ścierania szczotek oraz konieczność wymiany szczotek. Wad tych pozbawione są silniki bezszczotkowe, których dodatkową zaletą jest bezobsługowość i wyższa w porównaniu z silnikami komutatorowymi sprawność wynikająca z wyeliminowania tarcia szczotek o komutator. Z tych względów w firmie Perfopol opracowano silnik BLDC przeznaczony do napędu rogatekowego.

Jednym z nowych wymogów stawianych napędowi rogatekowemu jest samoczynne opadanie drąga (szlabanu) w przypadku braku napięcia zasilania. W istniejących napędach rogatekowych wymaganie to jest realizowane przez sprężyny powodujące opadanie drąga lub przez elektromagnetyczne sprzęgła i hamulce, które w przypadku braku zasilania odłączają układ przekładni od silnika, a to powoduje opadanie drąga wskutek grawitacji. Obecnie eksploatowane napędy rogatekowe wyposażane są w silniki o prędkości obrotowej około 1000 obr./min. i to skłoniło projektantów do budowy nowego silnika bezszczotkowego o podobnych parametrach i wyposażeniu go w elektromagnetyczny hamulec postojowy.

## Założenia konstrukcyjne nowego silnika

Przy projektowaniu silnika kierowano się głównie wymogami czasu zamykania i otwierania napędu i określonym przez przekładnię momentem mechanicznym.

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono konstrukcję i wybrane wyniki badań bezszczotkowego silnika prądu stałego przeznaczonego do kolejowego napędu rogatekowego. Obliczenia obwodu magnetycznego silnika przeprowadzono w programie FEMM 4.2. Blachy stojana i wirnika silnika wykonano metodą cięcia laserowego. Taka technologia umożliwia umieszczenie magnesów wewnątrz wirnika, co w znaczący sposób upraszcza technologię wykonania wirnika i zapewnia pewność mocowania magnesów. Do kontroli położenia wirnika względem stojana zastosowano transoptory szczelinowe współpracujące ze specjalizowanym układem elektronicznym. Silnik zasilany jest z niskonapięciowego falownika, którego tranzystory sterowane są sygnałami mikroprocesora.

**Słowa kluczowe:** maszyny elektryczne, silnik bezszczotkowy, szlaban kolejowy

## Brushless DC motor for level crossing barrier drive

**Abstract:** The paper presents the construction and chosen experimental results for brushless motor using in level crossing barrier drive. Calculations for magnetic circuit have been conducted in FEMM 4.2 program. Steel sheets both for the stator and the rotor have been made using laser. Such technology allows placing magnets inside the rotor what in turn simplifies significantly the rotor and enhances durability of the motor. The position of the rotor towards the stator is controlled by slot optocoupler connected to special electronic circuit. This circuit can generate different signals indicating the rotor's position. The motor is supplied by low voltage converter whose transistors are controlled by microprocessor.

**Keywords:** Electrical machines, brushless DC motor, crossing barrier

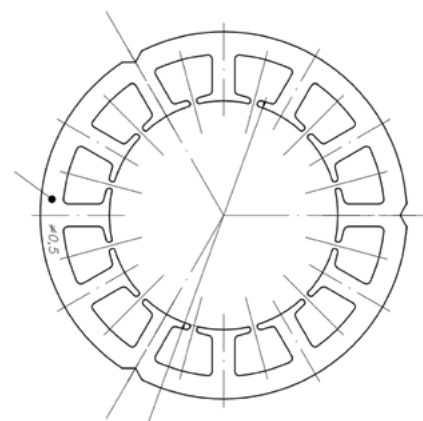
Założono prędkość obrotową na poziomie 850 obr./min oraz moc silnika 180 W. Silnik zasilany jest napięciem stałym 24 V i podstawowym rodzajem pracy jest praca dorywcza – przyjęto tryb pracy S2 5 minut.

Ze względu na terenową lokalizację napędu rogatekowego określono zakres temperatur pracy od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+60^{\circ}\text{C}$ . Z uwagi na trudne warunki pracy i możliwość zapylenia założono wykorzystanie magnetycznych czujników położenia wału napędu rogatekowego w krańcowych położeniach. Dodatkowo założono, że średnica zewnętrzna silnika nie powinna być większa od 100 mm.

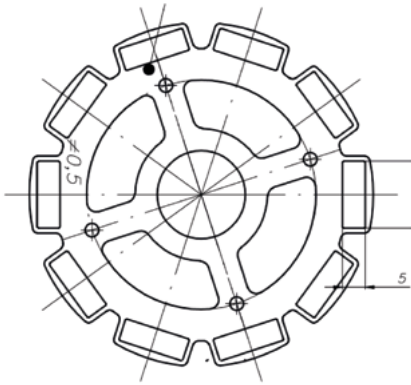
## Budowa i działanie silnika

Obliczenia obwodu magnetycznego silnika przeprowadzono w programie

FEMM 4.2. Na rys. 1 pokazano obwód magnetyczny stojana, a na rys. 2 wirnika. Jak widać, w wirniku jest 10 zagłębionych magnesów. Takie rozwiązanie konstrukcyjne sprzyja szybkiemu i pewnemu montażowi wirnika – magnesy wsuwa się w gniazda wirnika. Przy



Rys. 1. Kształt blach stojana

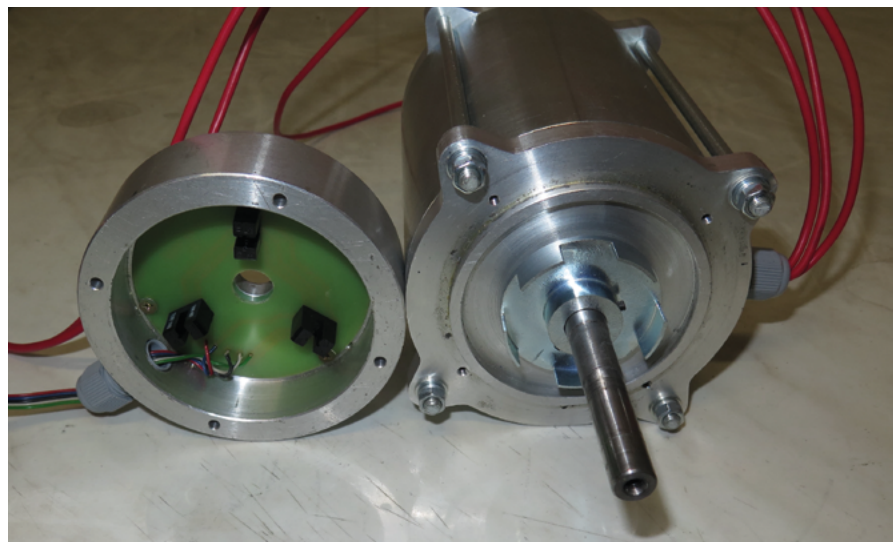


Rys. 2. Kształt blach wirnika

takim umieszczeniu magnesów mamy pewność, że nie odkleją się one, jak może się to zdarzyć przy magnesach



Rys. 4. Prototyp wykonanego silnika



Rys. 3. Układ kontroli położenia wirnika

umieszczonych na powierzchni wirnika. Średnica zewnętrzna blach stojana wynosi 90 mm, a szczelina powietrzna ma szerokość 0,6 mm. Założono zastosowanie magnesów o symbolu N38 o wysokości 5 mm. Masę wirnika zmniejszono dzięki widocznym otworom.

Do określenia położenia wirnika względem stojana zastosowano trzy transoptory szczelinowe przysłaniane metalową przesłoną – przesłona ma na obwodzie 5 wycięć i 5 występów, co odpowiada biegunom magnesów umieszczonych w wirniku. Informacja o położeniu wirnika względem stojana

reklama



**Łukasiewicz**  
Górnos Śląski Instytut Technologiczny

Konferencja Naukowo-Techniczna  
Centrum Napędów i Maszyn Elektrycznych

# PEMINE | 4-6.10.2023

## Problemy Eksploatacji Maszyn i Napędów Elektrycznych

Czekamy na referaty do 30.06

więcej na: [git.lukasiewicz.gov.pl/konferencja-pemine](http://git.lukasiewicz.gov.pl/konferencja-pemine)

Patronat Honorowy



Ministerstwo  
Rozwoju i Technologii







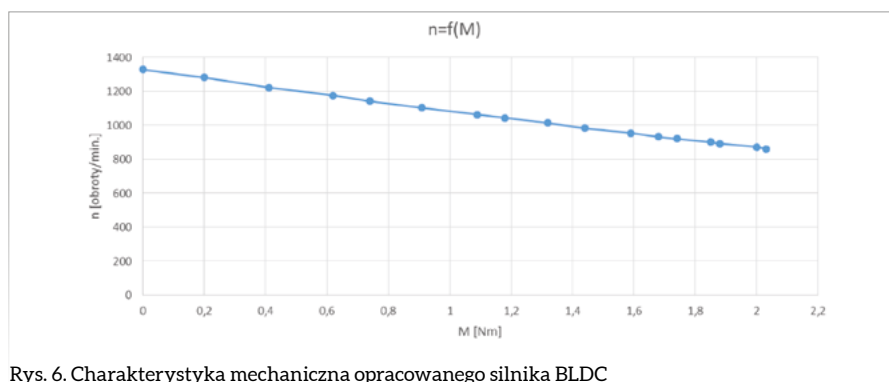
Rys. 5. Stanowisko badawcze z opracowanym silnikiem

parametrów silnika komutatorowego przedstawionego w grudniowym (2022) numerze „Napędów i Sterowania”. Nowy silnik BLDC jest tańszy i trwalszy od dotychczas stosowanych silników komutatorowych, zapewnia znacznie dłuższy okres bezserwisowej pracy oraz mniejsze zużycie energii. Pełny zakres regulacji prędkości obrotowej pozwala płynnie ruszać i zatrzymywać szlaban bez drgań i uderzeń, a niskie napięcie zasilania umożliwia pracę napędu w przypadku awarii sieci energetycznej i zasilanie z akumulatorów. Niskie napięcie zasilania sprzyja także poprawie bezpieczeństwa obsługi. Dodatkowym atutem tego silnika jest brak udarowego prądu rozruchowego i związanego z tym prądem

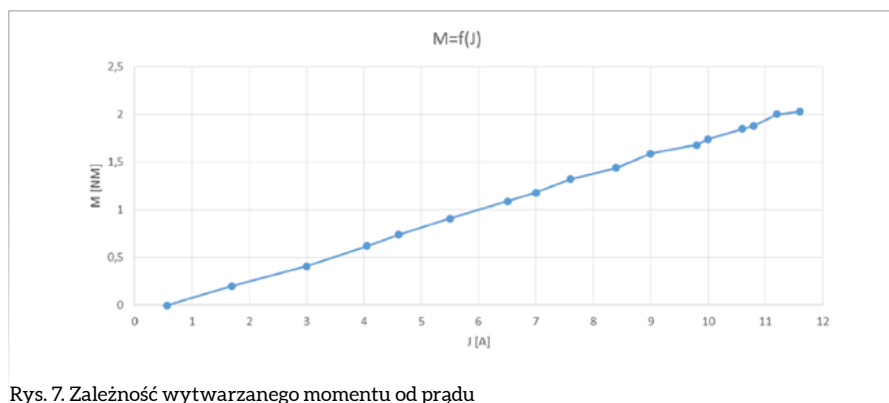
przekazywana jest do niskonapięciowego falownika zasilającego uzwojenia stojana. Falownik ma wejścia umożliwiające regulację prędkości obrotowej, zmianę kierunku wirowania oraz wejście start – stop uruchamiające i zatrzymujące silnik. Rys. 3 pokazuje układ kontroli położenia z transoptorami, a rys. 4 wykonany prototyp silnika.

## Badania silnika

Badania silnika obejmowały wyznaczenie jego charakterystyki mechanicznej, sprawdzenie zakresu regulacji prędkości obrotowej oraz sprawdzenie funkcji falownika – zmiany kierunku wirowania silnika i zatrzymywania silnika. Badany silnik obciążony był generatorem, który zasiliał układ żarówek. Układ żarówek miał 18-stopniową regulację mocy, co pozwalało na obciążenie silnika pełną mocą. Moment wytwarzany przez silnik wyznaczany był przez pomiar nacisku na precyzyjną wagę i wielkość ramienia dźwigni. W tym celu badany silnik umieszczony był w łożyskach pozwalających na ruch obudowy silnika, a do tarczy kołnierzonej silnika przykręcona była zrównoważona dźwignia o ramieniu 0,3 m naciskająca na wagę. Prędkość obrotowa silnika mierzona była na podstawie liczenia impulsów pochodzących z czujnika Halla wzbudzanego magnesem umieszczonym na wale silnika. Rys. 5 pokazuje stanowisko badawcze z zamontowanym silnikiem.



Rys. 6. Charakterystyka mechaniczna opracowanego silnika BLDC



Rys. 7. Zależność wytwarzanego momentu od prądu

Prędkość obrotową silnika można regulować w zakresie od 50 do 850 obr./min. Przy odpowiednio wydajnym źródle zasilania (powyżej 12 A) możliwy jest nawrót silnika przy znamionowej prędkości obrotowej. Po włączeniu sygnału zatrzymania silnik zatrzymuje się w czasie poniżej 0,1 s.

## Wnioski

Jak widać, parametry opracowanego silnika BLDC są bardzo zbliżone do

nagrzewania uzwojeń silnika. Przedstawiony silnik może zastąpić silniki komutatorowe w produkowanych i eksploatowanych napędach rogatkowych.

## Autorzy

Zbigniew Goryca, Grzegorz Stefański,  
Miroslaw Krzowski, Łukasz Michta,  
Marcin Kaniewski PERFOPOL Starachowice

## Streszczenie raportu

# Rynek fotowoltaiki w Polsce

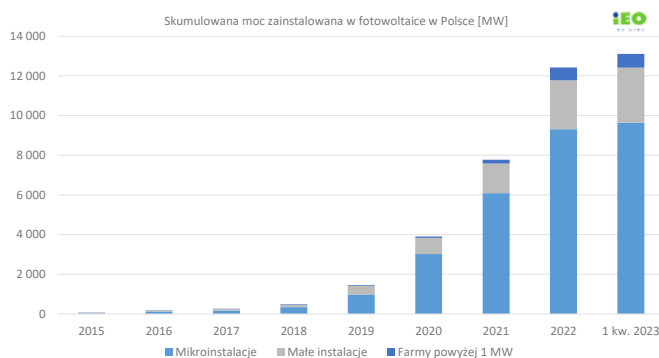
## Osiągnięcia polskiej fotowoltaiki – kluczowe dane

Raport IEO „Rynek fotowoltaiki w Polsce 2023” poka-  
zał, że dla branży fotowoltaicznej w Polsce rok 2022 był bar-  
dzo dobrym, lepszym od dotychczas rekordowego roku 2021.  
W 2022 roku fotowoltaika w Polsce kolejny rok z rzędu była  
liderem i głównym napędem wzrostu rynku OZE. Według  
danych Urzędu Regulacji Energetyki, skumulowana moc zainsta-  
lowana w PV na koniec 2022 roku wyniosła ponad 12,4 GW,  
co w porównaniu z rokiem 2021 (7,7 GW) oznaczało rekordowy  
przyrost ponad 4,7 GW nowych mocy, osiągając imponujące  
tempo wzrostu rynku – 61%.

Z końcem pierwszego kwartału br. ogólna moc zainstalowa-  
na PV przekraczała 13 GW (rys. 1), w tym udział prosumen-  
tów wynosił 74%, udział małych instalacji (50–1000 kW) 21%,  
a dużych farm PV 5%. Wyraźnie wzrosło znaczenie energii  
z instalacji PV w wytwarzaniu energii w Polsce. Udział energii

z PV w energii elektrycznej z OZE wzrósł z 3% w 2019 roku do  
ponad 23,3% w roku 2022 i do 4,5% w strukturze całkowitej  
generacji (cztery lata temu było to zaledwie 0,4%).

Na koniec 2021 roku moc zainstalowana w krajach Unii Euro-  
pejskiej w fotowoltaice wyniosła 198 GW, co oznacza roczny  
przyrost o 36 GW. Kraje UE uzyskały 22% wzrost mocy zainsta-  
lowanej w PV w stosunku do roku 2021 – niemal trzy razy niż-  
szy niż w Polsce. W 2022 roku Polska znalazła się ponownie na  
drugim miejscu, za Niemcami, pod względem przyrostu mocy  
zainstalowanej PV w Unii Europejskiej (rys. 2). Jednocześnie,  
jako jedyne państwo Europy Środkowo-Wschodniej, znalazła  
się w pierwszej szóstce krajów UE pod względem całkowitej  
mocy zainstalowanej.



Rysunek 1. Skumulowana moc zainstalowana w fotowoltaice w Polsce, stan na koniec 1. kw. 2023. Źródło: URE (rejestry MIOZE i koncesji), IEO (baza danych farm PV) i ARE. Oprac. IEO



Rysunek 2. Przyrost mocy w fotowoltaice w 2022 roku. Oprac. IEO na podstawie URE, REE, BMWK, Statistics Netherlands – CBS, Terna, MTECT, IRENA

## Strategiczne otoczenie regulacyjne

W efekcie konsekwentnie prowadzonej polityki na rzecz OZE (ostatnio w szczególności na rzecz PV), w latach 2021–2023, UE zwiększała cele związane z OZE nie tylko z powodu ochrony klimatu, ale także woli zastąpienia gazu do wytwarzania i ciepła, i energii elektrycznej oraz planu szybkiego i całkowitego odejścia od importu paliw z Rosji (REPowerEU). W konsekwencji cel OZE dla UE na 2030 rok został podniesiony z 27% (ustalonych w 2014 roku) do 45%. Strategia UE na rzecz energii słonecznej stawia sobie za cel zainstalowanie ponad 320 GW mocy fotowoltaiki słonecznej już do 2025 roku (wartość ta ponad dwukrotnie przekracza wartość z 2020 roku) oraz niemal 600 GW do 2030 roku. Przemysł produkcji ogniw i modułów PV w UE zbliżyłby się już w 2025 roku do osiągnięcia mocy produkcyjnych stanowiących równowartość 20 GW rocznie (obecne 5 GW). Polska przystąpiła do aktualizacji PEP, która – według wstępnych rządowych zapowiedzi – ma prowadzić do znaczącego wzrostu udziałów OZE w krajowym miksie energetycznym i do tego czasu (cel wymaga potwierdzenia) 27 GW mocy ma pochodzić z fotowoltaiki.

## Nowe trendy w funkcjonowaniu fotowoltaiki na rynku energii

W 2022 roku miały miejsce zjawiska niesłużące rynkowi prosumenckiemu, takie jak: dopłaty do paliw kopalnych, zamrożenie cen energii elektrycznej i odkładanie decyzji co do inwestycji remontowych, stagnacja w budownictwie mieszkaniowym, inflacja i spadek dochodów rozporządzalnych gospodarstw domowych, spadek liczby rozpoczynanych inwestycji budowlanych. Pomimo tego i wdrożenia nowego dla rynku systemu rozliczeń net-billing (według wartości energii pobieranej i oddawanej do sieci), w roku 2022 zainteresowanie własną

mikroinstalacją PV nie spadło tak, jak można było się tego spodziewać (rys. 3).

Liczba prosumenckich instalacji fotowoltaicznych na koniec roku 2022 wynosiła ponad 1,2 mln sztuk, co oznacza wzrost o ponad 41% r/r. Ich łączna moc zainstalowana osiągnęła ponad 9,3 GW. Prosumenci w Polsce mają nadal największy udział w rynku fotowoltaicznym, a w 2022 roku odpowiadali za 68% rocznego przyrostu mocy zainstalowanej w fotowoltaice. Net-billing prowadzi do większego współczynnika autokonsumpcji, ponieważ instalacje PV są bardziej optymalnie wymiarowane ze względu na sposób rozliczania nadwyżek wyprodukowanej energii elektrycznej.

Sprawdził się dostawiony do systemu net-billing program „Mój Prąd” ukierunkowany na zwiększenie autokonsumpcji energii i poszerzany o możliwość wsparcia magazynów energii, magazynów ciepła i systemów zarządzania, a ostatnio także technologii komplementarnych, takich jak kolektory słoneczne oraz pompy ciepła.

Pokazane w raporcie analizy ekonomiczne potwierdziły, że system net-billing, przy uwzględnieniu dotacji z programu „Mój Prąd”, oferuje wysoką (25%), porównywalną, oczekiwaną stopę zwrotu, jak inwestycja w systemie net-metering. W przypadku prosumenatów biznesowych, inwestujących w mikroinstalacje, stopa zwrotu (bez dotacji) jest jeszcze wyższa (IRR=40%).

W aktualnym podejściu funduszy na rzecz mikroinstalacji, fotowoltaika „ciągnie” za sobą rynek instalacji i rozwiązań towarzyszących, służących poprawie ich funkcjonowania na rynku energii i zwielokrotnia łańcuch wartości. W systemie net-billing ze wsparciem „Mój Prąd” zainstalowano magazyny ciepła o łącznej pojemności 30 MWh (2,7 tys. szt.), magazyny bateryjne energii elektrycznej o pojemności 6,9 MW (2,3 tys. sztuk). W każdym z analizowanych w raporcie przypadków doboru mocy instalacji PV i pojemności, magazyny ciepła okazały się opłacalne dla prosumenatów.

Na koniec pierwszego kwartału 2023 roku funkcjonowało 3,4 tys. farm PV o łącznej mocy 3,35 GW, które stanowiły 26%

mocy zainstalowanej w fotowoltaice. Niemal 60% w łącznej mocy stanowią małe instalacje o mocach 50-1000 kW. Aukcje OZE w latach 2016–2022 okazały się najważniejszym stymulantem rozwoju, zapewniając wsparcie dla 6,8 GW mocy, z czego niemal 1,5 GW zostało zrealizowane i sprzedaje energię do sieci. Ceny energii kontraktowanej w systemie aukcyjnym dla farm PV w latach 2016–2022 spadły o 18%.

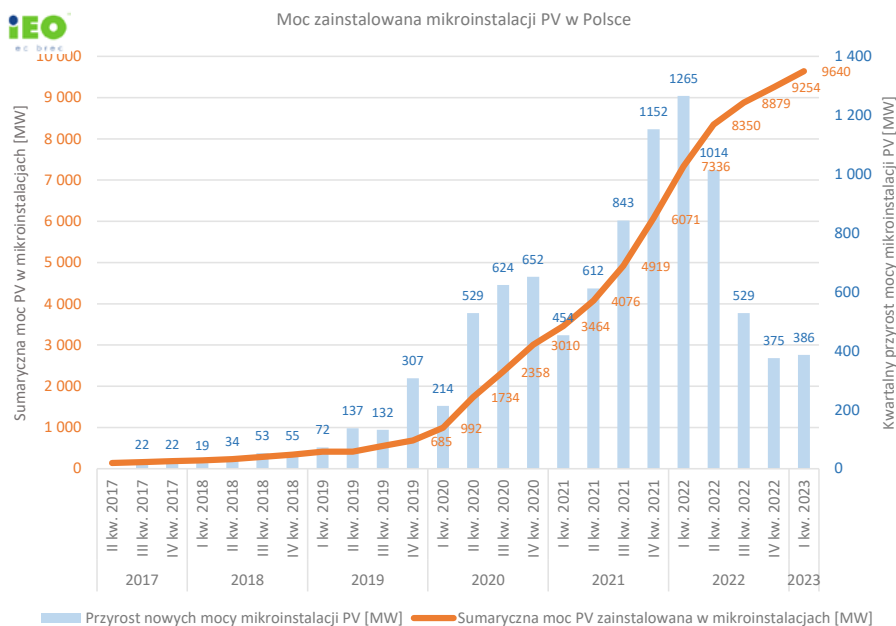
Badania ankietowe wykazały, że na wyniki branży w 2022 roku wpłynęły wzrost kosztów produkcyjnych komponentów i transportu (wybuch wojny i kryzys energetyczny) oraz inflacja. Ceny instalacji wzrosły średnio o 11% (a więc poniżej inflacji), stosunkowo najwolniej (ok. 5%). rosły ceny instalacji w przedziale 10-50 kW. W stosunku do 2021 roku wzrosły też ceny projektów w toku, najbardziej projektów z warunkami przyłączenia (o 32%). Projekty deweloperskie z pozwoleniem budowlanym zdrożały o 17%, a projekty z wygraną aukcją OZE o 7%.

W 2023 roku 60% firm ankietowanych planuje dalszy rozwój, rozszerzanie działalności (np. o magazyny energii i nowe, obecnie niszowe zastosowania fotowoltaiki jak np. AgroPV) i dalsze zwiększenie zatrudnienia (choć niższe niż w ub. roku). Zdaniem ankietowanych firm największym ryzykiem dla branży, na które wskazało ponad 70% respondentów, jest brak dostępnych mocy przyłączeniowych i odmowy wydania przez OSD warunków przyłączenia. Duża część wskazuje również na problem z często zmieniającymi się przepisami, które nie zawsze są jasne i klarowne.

**Prognoza rozwoju mocy i przemysłu oraz ograniczenia rozwoju PV – sieci elektroenergetyczne**

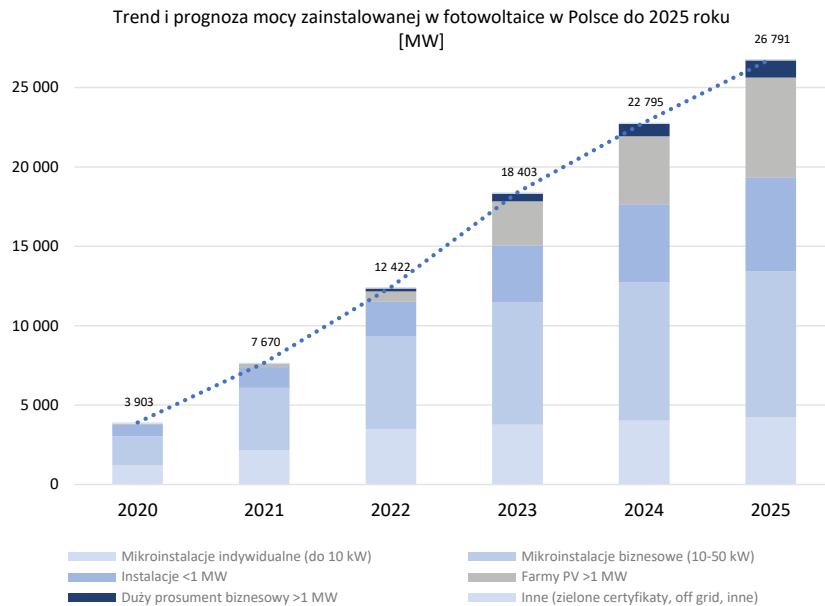
Międzynarodowa Agencja Energetyczna przewiduje, że globalne roczne tempo wzrostu mocy w fotowoltaice w latach 2022–2027 wyniesie 10,7% (wzrost z 1,1 do 2,3 TW).

Według IEO na koniec obecnego roku 2023 moc wszystkich zainstalowanych źródeł fotowoltaicznych przekroczy 18 GW (rys. 4), a przyrost mocy r/r może nawet przekroczyć 6 GW,



Rysunek 3. Sumaryczna moc zainstalowana w mikroinstalacjach PV oraz roczny przyrost nowych mocy instalacji prosumenckich w Polsce. Źródło: PTPiRE. Oprac. IEO





Rysunek 4.. Prognoza mocy zainstalowanej w fotowoltaice w Polsce do 2025 roku. Oprac. IEO

co będzie kolejnym rekordem. Łączna produkcja energii z PV w 2023 roku wyniesie 14,6 TWh. Prognozuję się, że w 2023 roku obroty handlowe fotowoltaiki znacząco wzrosną w stosunku do roku 2022 i wyniosą niemal 110 mld zł, a wartość rynku inwestycji PV będzie kształtowała się na poziomie 20 mld zł.

Na podstawie analiz wydawanych przez OSD i OSP warunków przyłączenia do sieci, wolnych mocy przyłączeniowych, zakontraktowanych mocy w systemie aukcyjnym (z uwzględnieniem harmonogramów ich realizacji), a także wniosków z badania ankietowego rynku i trendów na rynku, sporządzona została zaktualizowana prognoza rozwoju rynku PV w Polsce. Scenariusz IEO zakłada, że moc 26,8 GW w fotowoltaice zostanie osiągnięta na koniec 2025 roku.

W całym okresie 2022–2025 przyrost mocy sięgnie 14,4 GW, tempo wzrostu (CAGR) mocy PV wyniesie ponad 21% i będzie to tempo dwukrotnie wyższe od prognoz globalnych. W perspektywie roku 2025 polski rynek pozostanie jednym z największych i najbardziej dynamicznych.

Okres do 2025 roku to wyjątkowe „okno czasowe” na rozwój krajowego przemysłu PV i rozwój sieci pod potrzeby fotowoltaiki i szerzej OZE. Komisja Europejska ogłosiła w 2022 roku możliwość uruchomienia programu PV IPCEI (tzw. Ważnych Projektów Wspólnego Zaangażowania), a następnie (w 2023 roku) dodania do tzw. Krajowych Planów Odbudowy nowych rozdziałów dotyczących odbudowy przemysłu UE, w tym przemysłu PV w ramach programu REPowerEU (Polska otrzymała dodatkowo pulę 2,7 mld euro). Zaczął działać graniczny podatek węglowy (tzw. CBAM), który w pełni znacznie obciąża dostawy komponentów PV z Azji od 2026 roku. Przygotowane są do prowadzenia od 1 stycznia 2024 roku kolejne inicjatywy (Net Zero Industry Act) związane ze zwiększaniem pomocy publicznej dla rodzimego przemysłu i ochrony rynku unijnego i krajowego przed zalewem importowanych technologii z Chin. Także w Polsce realizowane są projekty wielopolowych inwestycji w produkcję ogniw i modułów PV.

Znacznie mniej przewidywalna jest sytuacja w zakresie przyspieszania rozwoju sieci pod potrzeby PV. Na koniec pierwszego

kwartału 2023 roku łączna dostępna dla inwestorów OZE moc przyłączeniowa na najbliższe pięć lat (2023–2028) będzie nieznacznie rosła (z 3,8 do 4,4 GW), ale w porównaniu z planami wydanymi przez OSD i OSP rok temu (pierwszy kwartał 2022 roku) jest to spadek o 41%. Obrazuje to pogarszający się stan i spadającą wydolność sieci elektroenergetycznej, jednocześnie ukazując narastające problemy w tym obszarze. Problemy z brakiem mocy przyłączeniowej dla OZE aż do 2028 roku generują rosnące lawinowo problemy z mnogością odmów warunków przyłączenia do sieci dla nowych projektów OZE, a zwłaszcza PV. W 2022 roku sumaryczna moc odmów wydania warunków przyłączenia dla PV wyniosła 30,4 GW i była niemal sześć razy większa niż wydane warunki przyłączenia (5,3 GW).

Odrębnym problemem rozwoju fotowoltaiki jest ograniczanie w szczytach generacji pracy farm PV już przyłączonych do sieci w formie tzw. mechanizmu nierynkowego ograniczania generacji z OZE. Jest to działanie operatorskie ad hoc, które prowadzi do nieracjonalnego gospodarowania deficytowym zasobem sieciowym i jego mitygacja wymaga znacznie wcześniejszej podejmowanych, wyprzedzających działań operatorskich. Do pierwszych ograniczeń generacji PV doszło na większą skalę dwukrotnie 23 i 30 kwietnia 2023 roku.

Bycie liderem w UE i bycie liderem w polskiej energetyce zobowiązuje branżę PV i administrację do wzmożonych działań. Nowe wyzwania związane z zaburzeniami w łańcuchach dostaw i wzrostem cen komponentów, kryzysem energetycznym i wprowadzanie fotowoltaiki na rozchwiany rynek energii w sytuacji poważnych ograniczeń sieciowych, wymagać będą od branży nowych kompetencji i stworzenia nowych modeli biznesowych. Nadszedł czas na nową branżową strategię łączącą sukcesy w rozwoju rynku PV z rozwojem innowacji przemysłu. Polska potrzebuje strategii fotowoltaicznej jako flagowego elementu aktualizowanej właśnie polskiej polityki energetycznej oraz polskiej polityki przemysłowej, strategii rozumianej jako program realny odpowiadający wyzwaniom.

Druga edycja najnowocześniejszych targów w Polsce za nami.

# Sukces Warsaw Industry Automatica

Najnowocześniejsze rozwiązania w zakresie optymalizacji pracy, maszyny i roboty, które pozwalają rozwinąć się w branży, rozwiązania podbijające światowe rynki - Warsaw Industry Automatica to targowa stolica innowacji.

Druga edycja wydarzenia odbyła się w dniach 9-11 maja 2023 w Ptak Warsaw Expo.

**W**arsaw Industry Automatica to wydarzenie integrujące sektor automatyki przemysłowej i robotyki. Podczas niego zaprezentowane zostały innowacje z zakresu aparatur kontrolno-pomiarowych, systemów sterowania, robotyzacji, napędów, zaworów i regulatorów, armatury pomocniczej oraz elektroniki przemysłowej. Było to miejsce przedstawiania trendów przez największych i najważniejszych ekspertów sektora, którzy dzielili się nowoczesnymi rozwiązaniami z firmami gotowymi na ich implementację i inwestycje w imię rozwoju biznesu.

## Sukces drugiej edycji Warsaw Industry Automatica

Warsaw Industry Automatica stanowiło centralny punkt dla rozwoju branży. Wydarzenie to zostało odwiedzone przez 10 159 uczestników, którzy poznawali oferty liderów sektora. Wśród nich były takie przedsiębiorstwa, jak EUCHNER, Transition Technologies Control Solutions, ELDAR, Schmalz, FINDER POLSKA, Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna, NEWTECH ENGINEERING, Firma Produkcyjno-Handlowa „JB” Jacek Bogucki, F&F Filipowski SP. J., PiAZAP Przedsiębiorstwo Pomiarów i Automatyki Sp. z o.o., NIVELCO – POLAND, ASKOM, LIMATHERM SENSOR, Compart Automation Zajdel, TIDK, Wire Solutions Grzegorz Bednarz, DBR77 Robotics, HELUKABEL POLSKA, Apra-Optinet, Semicon, CoRobotics, APAR Control, Przedsiębiorstwo Produkcyjne Izomet Piotr Kurowski, Teknosystem, VST Europe B.V., Instytut Badań i Rozwoju Motoryzacji Bosmal, OLPE, El-Cab, RGB Elektronika, RELCON POLSKA, HAMA-MATSU PHOTONICS, VITRONIC Machine Vision Polska, Guenther Polska, Automa.Net, Fatek Polska, SIMEX, Norcan. Łącznie w gronie wystawców znalazły się 163 firmy.

Liczby te wskazują na jedno - Warsaw Industry Automatica wypracowało sobie pozycję branżowego lidera i stolicy innowacji, którą odwiedzają przedsiębiorcy stawiający na rozwój swoich biznesów.

## Konferencja Branży Automatykacji podczas Warsaw Industry Automatica

Jednym z istotnych czynników budujących pozycję Warsaw Industry Automatica w branży był również aspekt merytoryczny wydarzenia. Najważniejsi eksperci dzielili się wiedzą na temat innowacji, zmian, możliwości wsparcia programowego dla przedsiębiorców czy też dopasowywania modeli biznesowych do nowych regulacji.

W tym celu powstała Konferencja Branży Automatykacji o tytule „Automatykacja i robotyzacja - cel czy droga”. Rozmowy panelowe podzielone zostały pod względem tematycznym na kilka sektorów. Pierwszym z nich był „Automatykacja

i robotyzacja jako kluczowy element wydajnych systemów produkcyjnych”. Podczas tej części prelekcji poruszone zostały kwestie powolnej robotyzacji polskich fabryk, LeanRobotics, robotyzacji jako elementu Lean Manufacturing, automatyzacji i usprawnienia procesów produkcyjnych czy też General Industry - Case Studies.

Nie zabrakło również wykładów z zakresu finansowania zmian. Kompendium wiedzy w tym temacie był panel „Programy i środki wsparcia dla przedsiębiorców w zakresie wdrażania i wykorzystywania automatyzacji i robotyzacji”.

Podczas Warsaw Industry Automatica zaprzeczano również mitowi, że robotyzacja i automatyzacja to zagrożenie dla pracowników. Jak dużym te dwa aspekty mogą być wsparciem można było się dowiedzieć podczas panelu „Jak automatyzacja i robotyzacja pomagają wzmocnić i lepiej wykorzystać potencjał człowieka w procesach produkcyjnych”. Wśród poruszonych kwestii znalazły się Festo Automation Experience, wsparcie dla człowieka w procesach produkcyjnych poprzez robotyzację linii do zgrzewania punktowego i spawanie elementów szaf czy też farmy cobotów.

Tematem, którego nie można było pominąć podczas Warsaw Industry Automatica, była „Rola automatyzacji i robotyzacji w zielonej transformacji przemysłu”. Ten panel traktował o robotach energooszczędnych, automatyzacji kontroli jednostkowego zużycia energii czy o zautomatyzowanej linii do produkcji baterii jako jeden z przykładów zielonej transformacji przemysłu.

## Warsaw Industry Automatica przyszłości

Druga edycja Warsaw Industry Automatica była zatem wydarzeniem innowacyjnym, otwierającym nowe perspektywy przyszłości branży. Podczas trzech dni wydarzenia nawiązywano nowe kontakty biznesowe, rozszerzano sieć wzajemnych zależności i wzmocniano poszczególne elementy łańcucha dostaw. Uczestnicy brali udział w pokazach imponujących rozwiązań i maszyn, co było możliwe dzięki najlepszym warunkom do rozwoju biznesu gwarantowanym przez Ptak Warsaw Expo.

Obok Warsaw Industry Automatica nie można było przejść obojętnie. Duże zainteresowanie tą edycją eventu przełożyło się na myślenie o przyszłości wydarzenia. Informacje o kolejnych odsłonach imprezy podamy już wkrótce!

# SPIROL®

Na rynku od 1948!

## Lekkie i wolne od ołowiu aluminiowe Inserty Do Plastik & Ograniczniki Naprężeń

**33% LŹEJSZE  
& 40% BARDZIEJ  
WYTRZYMAŁE  
NIŻ MIEDŹ!**

- Zachowują integralność połączenia plastiku
- Zwiększają zdolność przenoszenia obciążeń
- Odporne na wiotczenie plastiku
- Produkty standardowe dostępne od ręki



Zapytaj nas o maszyny instalacyjne - od operowanych ręcznie do w pełni zautomatyzowanych

*Skontaktuj się z nami jeszcze dzisiaj, by otrzymać bezpłatne wsparcie inżynierskie!*

**Odwiedź SPIROL.com!**

info-pl@spirol.com +48 510 039 345





# Nowa seria przeciwwybuchowych silników ognioszczelnych (wg ATEX) w klasie sprawności IE3

Adam Owczarzy

Ogólnosiwiatowy trend ograniczania emisji szkodliwych gazów, będących skutkiem ubocznym procesów wytwarzania energii (np. z węgla), jest głównym bodźcem do poszukiwania nowych źródeł energetycznych (m.in. odnawialnych) oraz ulepszenia aktualnych urządzeń i procesów przemysłowych w celu ograniczenia zużycia produkowanej energii.

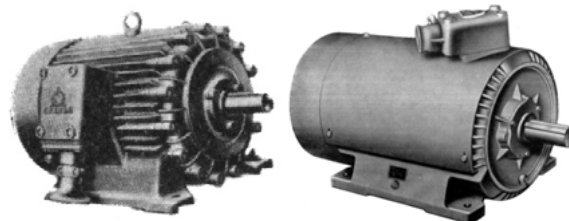
Dodatkowym czynnikiem determinującym ww. działania jest znaczący wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w stosunku do możliwości wytwórczych. Uwzględniając, że około 50% energii elektrycznej wyprodukowanej w Polsce wykorzystywane jest przez układy napędowe z silnikami elektrycznymi, zastosowanie energooszczędnych układów napędowych z silnikami elektrycznymi o wysokiej sprawności może przynieść znaczące efekty w ograniczaniu ww. negatywnych skutków rozwoju naszego kraju przy jednoczesnym zapewnieniu wymiernych oszczędności dla użytkownika.

Do roku 2021 wymagania odnośnie do minimalnego poziomu sprawności silników wprowadzanych na rynek UE nie obejmowały swoim zakresem silników przeciwwybuchowych, dla których jedynym obligatoryjnym aspektem konstrukcji było zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa użytkownikom w strefie zagrożonej wybuchem.

Nowe Rozporządzenie Komisji Europejskiej 2019/1781 & 2021/341 wprowadziło rewolucyjne zmiany w powyższym zakresie. Od 1 lipca 2021 r. wszystkie silniki przeciwwybuchowe, z wyjątkiem silników górniczych przeznaczonych do eksploatacji w podziemiach kopalń oraz silników budowy wzmocnionej, muszą spełniać wymagania dla klasy sprawności IE3. Natomiast od 1 lipca 2023 r. obligatoryjnym minimalnym poziomem sprawności dla silników przeciwwybuchowych budowy wzmocnionej (Ex eb) stanie się poziom określony dla klasy sprawności IE2. Po tej dacie niemożliwe będzie wprowadzanie na rynek silników o niższej sprawności.

CELMA INDUKTA SA to wieloletni producent szerokiej gamy trójfazowych silników elektrycznych, w tym silników o konstrukcji przeciwwybuchowej, przeznaczonych dla przemysłu górniczego i chemicznego. Pierwsze wytwarzane przez tę firmę silniki do stref zagrożonych wybuchem zostały wprowadzone do naszej produkcji już w latach 50. ubiegłego wieku.

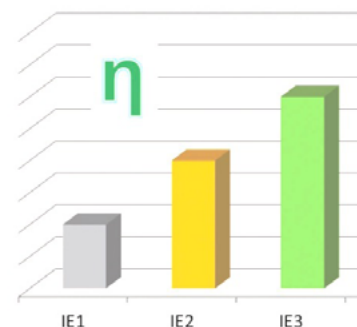
Uwzględniając ponad 60-letnie doświadczenie w produkcji silników Ex oraz biorąc pod uwagę nowe wymagania w zakresie minimalnego poziomu sprawności wynikające z Rozporządzenia Komisji Europejskiej 2019/1781 & 2021/341, CELMA INDUKTA SA zaprojektowała, a następnie atestowała dwie nowe serie silników przeciwwybuchowych tj.:



## 1. Serię (E)cSTe(b) silników ognioszczelnych Ex db (eb) z zakresu 90...315 przeznaczonych dla przemysłu chemicznego w klasie sprawności IE3.

Konstrukcja silników nowej serii (E)cSTe(b) została opracowana w oparciu o najnowsze światowe trendy w zakresie silników przeciwwybuchowych – z uwzględnieniem sugestii klientów, dotyczących poprzednio produkowanej serii (E)cSg:

- dopuszczenie do grupy gazowej IIC (spełnia wymagania również dla grupy IIA i IIB) z klasą temperaturową T5 lub niższą;
- bezstykowe uszczelnienia węzłów łożyskowych dla zakresu wielkości 160...315;
- unowocześnione węzły łożyskowe dla zapewnienia wysokiej żywotności łożysk;



Typ silnika	Wymagana klasa sprawności	Silniki przeciwwybuchowe z wyłączeniem silników dla przemysłu górniczego	
		Budowy wzmocnionej (Ex eb)	Pozostałe
3-fazowy	IE2	2p = 2, 4, 6, 8 0,12kW ÷ 1000kW od 2023-07-01	2p = 2, 4, 6, 8 0,12kW ÷ <0,75kW od 2021-07-01
	IE3	nie dotyczy	2p = 2, 4, 6, 8 0,75kW ÷ 1000kW od 2021-07-01



reklama

- połączenia śrubowe tarcz łożyskowych z kadłubem;
- dostępne wykonanie z oddzielną skrzynką pomocniczą dla wyposażenia dodatkowego (np. czujniki temperatury, grzałki itd.);
- zoptymalizowany układ chłodzenia – pozwalający na ograniczenie temperatur uzwojenia i łożysk, a tym samym na podwyższenie czasu MTTF (średni czas do wystąpienia uszkodzenia);
- szerokie spektrum wyposażenia dodatkowego (niezależne chłodzenie, enkoder, hamulec itd.) oraz odmian wykonań (do zasilania z przemiennika częstotliwości, do niskich temperatur, do środowisk pyłowych, ze specjalnym uszczelnieniem wału, do pracy wałkiem w górę bez zadaszania itd.);
- możliwość przełączenia Y/Δ wewnątrz skrzynki zaciskowej.

2. Serię Ex3SIE silników budowy wzmocnionej Ex eb z zakresu 90...180, przeznaczonych dla przemysłu chemicznego. Nowa seria silników przeciwwybuchowych budowy wzmocnionej będzie standardowo oferowana w zakresie mocy 0,37kW÷22kW i klasie sprawności IE3, a więc już teraz przewyższając wymagania wynikające z Rozporządzenia Komisji (UE) 2019/1781 wraz z korektą 2021/341.

Główne cechy nowej serii silników budowy wzmocnionej Ex3SIE:

- w standardzie dopuszczenie dla atmosfer gazowych (2G – grupa gazowa IIC, T3) z możliwością zamówienia wykonania specjalnego z dodatkowym dopuszczeniem dla atmosfer pyłowych (2D – grupa pyłowa IIIC, T125°C),
- możliwość zmiany położenia skrzynki zaciskowej (lewa / prawa strona),
- opcjonalne wykonanie przystosowane do zasilania z przemiennika częstotliwości.



Silniki posiadają aktualne dopuszczenia wg międzynarodowych wymagań dla urządzeń przeciwwybuchowych.

[www.cantonigroup.com](http://www.cantonigroup.com)

Autor jest dyrektorem ds. rozwoju produktu w firmie CELMA INDUKTA SA, należącej do GRUPY CANTONI

**Cantoni**<sup>®</sup>  
GROUP

DEMANDING APPLICATIONS  
OUR MOTORS – YOUR SUCCESS  
POWER OF EXPERIENCE  
DEMANDING APPLICATIONS  
CHALLENGING PROJECTS

**Cantoni**<sup>®</sup>  
GROUP



Światowej klasy Centrum  
Badawczo-Rozwojowe  
w EMIT S.A. w Żychlinie



OUR MOTORS – YOUR SUCCESS  
DRIVING MOST DEMANDING  
INTO YOUR ENERGY GLOBAL  
ENERGY BUSINESS POWER  
WWW.CANTONIGROUP.COM

DLM: systemy ochrony gwintów w hydraulice, pneumatyce i motoryzacji

# Zielony zwrot, który przynosi korzyści wszystkim

Gospodarka cyrkularna jest często postrzegana jako obszar, w którym jest dużo teorii i mało treści, a jej wdrażanie uważa się za pracochłonne i nieopłacalne. Nasze spotkanie z Lisą i Maurem Montanari – drugim pokoleniem stojącym na czele MŚP w Lombardii, które produkuje kapsle ochronne z materiałów pochodzących z recyklingu – pokazało nam, że scenariusz jest zupełnie inny.

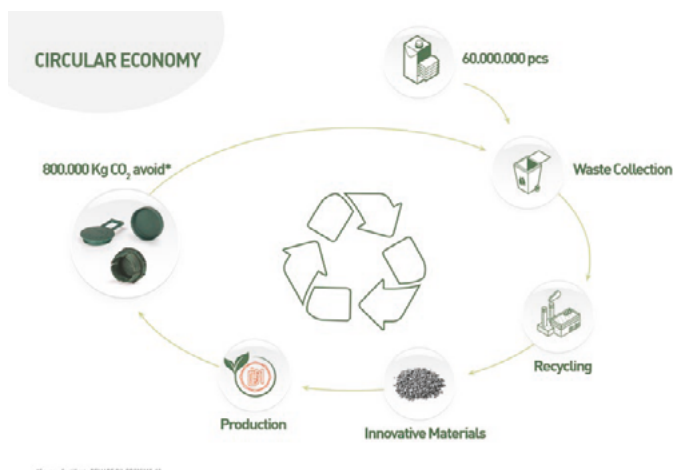
Po założeniu w 1987 r. firmy DLM, która w tamtym czasie zajmowała się produkcją łuków hydraulicznych, Antonio Montanari przejął firmę starszego producenta polimerów z tworzyw sztucznych, który nie mając spadkobierców, przekazał mu swoją wiedzę. Dzięki tej integracji technik, ojciec Lisy i Maura, zaczął produkować pierwsze formy do plastikowych kapturków polimerowych, których używa do ochrony gwintów swoich łuków hydraulicznych.

## Tożsamość włoskiego MŚP przeniesiona na rynki światowe

Dziś firma DLM produkuje wyłącznie kapsle ochronne, a jeśli 55% jej produkcji trafia za granicę, duża część pozostałej części sprzedawanej we Włoszech jest również eksportowana. Tendencja potwierdzona przez Federtec, który w swoim bilansie na rok 2021 podaje, że ponad 60% krajowej produkcji komponentów dla energetyki płynów, transmisji mocy, sterowania i inteligentnej automatyki przekracza granice państw, wnosząc znaczący wkład w bilans handlowy sektora.



– Aby sprostać coraz bardziej globalnym potrzebom klientów, dysponujemy centrum logistycznym o powierzchni 3000 metrów kwadratowych, które działa 24 godziny na dobę, 365 dni w roku – wyjaśnia Lisa Montanari. – Equal logic h 24 służy tam do identyfikacji nakładek ochronnych. Sieć stanowi tutaj





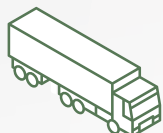


## Ochrona dzięki materiałom z recyklingu

**plastic**  
second life  
MIX ECO



**Zapewnione 30.000.000 sztuk w magazynie**



**Dostawa w ciągu 48 h**

**DOŁĄCZ DO NASZYCH DZIAŁAŃ  
EKOLOGICZNYCH, PODĄŻAJ ZA ZMIANĄ!**



**WWW.DLMTAPPI.COM**  
+39 02 5768 2102 - INFO@DLMTAPPI.COM



interfejs z klientem, który ma do niej dostęp w trzech krokach: 1) przeglądając kategorie produktów: kołpaki, ochroniacze kołnierzy, osłony lakiernicze, itp.; 2) uzyskując dostęp do kart danych technicznych i/lub prosząc o próbki; 3) wysyłając nam zapytania ofertowe. W przypadku konieczności wykonania produktu na zamówienie aktywowany jest dział techniczny, który w porozumieniu z działem narzędziowym tworzy projekty i rozwiązania *ad hoc*.

### Znaczenie certyfikatu „Plastics Second Life” wydanego przez IPPR

IPPR (*Istituto per la Promozione delle Plastiche da Riciclo*), założone w Mediolanie w 2004 r. jako niezależna trzecia strona w celu nadania widoczności firmom produkującym i dystrybuującym tworzywa sztuczne pochodzące z recyklingu, przyznało firmie DLM znak *Plastica Seconda Vita* (PSV) za pośrednictwem certyfikatu nr 2140/2022 dla linii zamknięć Green Line prezentowanej na targach w Hanowerze w Niemczech w dniach 17–21 kwietnia br.

– Jest to certyfikat, który upoważnia nas do umieszczenia znaku PSV/MixEco nr 5631 ważnego do 5 września 2025 r. – powiedział Mauro Montanari, przypominając, że zielony zwrot nastąpił w tym samym czasie, co zmiana pokoleniowa, która obejmowała nie tylko udziały i/lub role, ale także *know-how* i wartości firmy, aż do zielonego remontu zakładów i katalogu.

W międzyczasie „remont sprzętu” przyjął formę instalacji 25 nowych hybrydowych wtryskarek, co z kolei dało DLM 30% oszczędności w zużyciu KWh na kilogram przetworzonego/wyprodukowanego materiału. Następnie wymieniono lodówki i sprężarki na urządzenia najnowszej generacji i – *last but not least* – zainstalowano 300 KWp paneli słonecznych które dziś pokrywają 35% zapotrzebowania na energię.

– Przed tymi interwencjami roczne zużycie energii elektrycznej wynosiło 3,17 kWh/kg, podczas gdy dziś jest to 1,99 kWh/kg – wyjaśnił współwłaściciel firmy z Lombardii.

Przegląd katalogu usankcjonował przejście z materiałów dziewiczych na materiały o drugim życiu. 18 miesięcy testów

pozwoliło technologom DLM zrozumieć, jak i gdzie najlepiej wykorzystać nowe zasoby oraz ustalić, że ani materiały biodegradowalne, ani bioplastyki nie spełniają wszystkich oczekiwań, ponieważ materiały biodegradowalne po zakończeniu swojego życia wymagają utylizacji w kompostowniach lub składowania na wysypiskach śmieci, przerywając tym samym wirtuozerię cyrkularności bioplastyki nie są dostępne w dużych ilościach.

DLM pracuje nad czteroletnim projektem ekonomicznym na lata 2021–2024.

– Jest to plan, który skupia się zarówno na formach wtryskowych z gorącym biegiem, aby nie generować śrucin, jak i na mieszalnikach zdolnych do nadania koloru częściom w zakładzie – podsumowuje Mauro Montanari. – Do tej pory formy dają roczną oszczędność złomu 12 170 kg, zmniejszając emisję CO<sub>2</sub> o 18 680 kg ekwiwalentu, a miksery zmniejszają odpady z przygotowania materiału o 4500 kg, ograniczając emisję CO<sub>2</sub> o 6920 kg ekwiwalentu.

– Na każdym szczeblu organizacji panuje tu świadomość, że zmniejszenie wpływu na środowisko jest zobowiązaniem wobec przyszłych pokoleń – podsumowuje założyciel, nie ukrywając, że pracownicy najbardziej zaangażowani w realizację celów firmy są prawdziwą siłą napędową tej fantastycznej przemiany. ■



DLM S.r.l.

tel. +39 02 5768 2102

e-mail: info@dlmtappi.com

www.dlmtappi.com

# Bezprzewodowe sieci czujników

Sieci są wszędzie, otaczają nas, są w nas samych. Ludzkość od zarania dziejów tworzyła sieci społeczne. Z czasem stawały się one coraz bardziej złożone i rozległe. To one w ogromnym stopniu zdecydowały o przetrwaniu naszego gatunku. W miarę rozwoju techniki człowiek zaczął budować sieci, które bezpośrednio łączyły nie ludzi, lecz inteligentne urządzenia, a nowoczesne sieci komputerowe objęły swoim zasięgiem cały świat.

**I**ntensywny rozwój sieci komputerowych jest jednym ze znaków współczesnego czasu. Jest to wynik ogromnego postępu w dziedzinie sprzętu obliczeniowego, oprogramowania, technik transmisji danych oraz rosnących potrzeb aplikacyjnych stawianych przez badaczy, inżynierów, ekonomistów, socjologów, twórców kultury i innych.

Niezwykle istotny wpływ na rozwój systemów sieciowych miało upowszechnienie się komunikacji bezprzewodowej i zastosowanie jej do łączenia urządzeń przetwarzających dane. Vi/ ten sposób powstały bezprzewodowe sieci komputerowe, które zrewolucjonizowały świat. Potrzeba było około wieku - komunikacja bezprzewodowa to odkrycie wcześniejsze, ale pierwsze komputery pojawiły się w XX wieku.

Początki prac nad komunikacją bezprzewodową sięgają XIX wieku, kiedy to włoski fizyk i konstruktor Guglielmo Marconi po raz pierwszy przedstawił urządzenia umożliwiające łączność bezprzewodową ze statkami żeglującymi po kanale La Manche. Mimo licznych wątpliwości, czy słusznie zasługi w opracowaniu metody transmisji sygnałów elektrycznych są przypisywane Marconiemu, a nie serbskiemu inżynierowi Nikoli Tesli, odkrycie z 1897 otworzyło drogę do prawdziwej rewolucji w komunikacji pomiędzy ludźmi. Za swoje odkrycie Marconi otrzymał w roku 1909, wraz z Karlem Braunem, Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki.

To krótkie wspomnienie historyczne jest ukłonem w stronę inżynierów i naukowców z Europy, jako że dalszy rozwój bezprzewodowej komunikacji dokonał się, w głównej mierze, dzięki pracom prowadzonym po drugiej stronie Atlantyku. Pierwszą bezprzewodową siecią komputerową była sieć ALOHANet opracowana w roku 1971 na Uniwersytecie Hawajskim. W ramach tej sieci połączono, bez wykorzystania łączności telefonicznej, siedem komputerów działających na czterech wyspach archipelagu.

Od tego wydarzenia musiało jednak upłynąć kolejnych kilkanaście lat, zanim komputerowe sieci bezprzewodowe zaczęły być powszechnie dostępne. Kolejną kluczową datą jest rok 1997

*Untethered micro sensors will go anywhere and measure anything – traffic flow, water level, number of people walking by, temperature. This is developing into something like a nervous system for the earth, a skin for the earth. The world will evolve this way.*

— **Horst Störmer**  
Nobel Prize, Physics (1999)

i pojawienie się standardu komunikacji bezprzewodowej IEEE 802.11 [23], doskonale dzisiaj znanego ogromnej rzeszy użytkowników komputerów, a ostatnimi czasy również urządzeń komputeropodobnych, jako że pierwsza dekada trzeciego tysiąclecia przyniosła kolejną zmianę kulturową w postaci smartfonów, tabletów i całej gamy innych urządzeń umożliwiających stały dostęp do Internetu, dzięki sieciom komórkowym i sieciom WiFi (IEEE 802.11). W kolejnych latach, w odpowiedzi na potrzeby różnych zastosowań pojawiły się następujące standardy, w tym obecnie powszechnie używane IEEE 802.15.13 (Bluetooth), niskoenergetyczny standard IEEE 802.15.4 oraz ZigBee4. Standardy z grupy IEEE 15.4 są przeznaczone do komunikacji mniejszych urządzeń, w przypadku których mogą wystąpić ograniczenia zasobów energetycznych.

Równocześnie, już pod koniec XX wieku, można było zaobserwować wyraźny wzrost i rozpowszechnienie użycia specjalizowanych systemów komputerowych stanowiących integralną część technicznych urządzeń różnego przeznaczenia, tzw. systemów wbudowanych. Dobrym przykładem są tu samochody, w których komputer pokładowy był w latach dziewięćdziesiątych XX wieku rzadkością, a obecnie jest powszechnie stosowany. Rozwój techniki mikroprocesorowej, w tym znacznie szybsze zwiększanie poziomu niezawodności i mocy obliczeniowej w stosunku do wzrostu cen, umożliwiła rozbudowę funkcji realizowanych przez te systemy. Wzrosły możliwości przetwarzania danych pochodzących z różnych źródeł. Wąskim gardłem stała się sieć przesyłowa. Stosowanie tradycyjnych, kablowych połączeń urządzeń pomiarowych z węzłem odbierającym dane jest niezwykle uciążliwe w sytuacji, gdy liczba tych połączeń istotnie się zwiększa. Obecnie jedynym, narzucającym się rozwiązaniem jest wykorzystanie komunikacji bezprzewodowej.

Wprowadzenie bezprzewodowych połączeń do systemów pomiarowych przyczyniło się do powstania nowych lub znacznego rozszerzenia zakresu już istniejących rozwiązań i ich zastosowań. Na przykład aranżacja współczesnego budynku biurowego jest dość często zmieniana przez użytkowników, zgodnie z trendami mody lub nowymi potrzebami. Sprawne i oszczędne działanie systemu klimatyzacji bardzo istotnie zależy od rozlokowania czujników pomiarowych, które



powinno być dopasowane do konfiguracji barier przepływu powietrza. Trudno jest zbudować skuteczną sieć pomiarową stosując tradycyjną łączność kablową w sytuacji częstych zmian położenia ścian działowych. Zazwyczaj czujniki, pomimo zmian wprowadzonych w budynku, pozostają tam, gdzie zainstalowano je przy początkowej aranżacji budynku, nie spełniają więc swojej roli. Zbierane pomiary stają się bezwartościowe, pracownicy narzekają na złe warunki pracy, przy jednoczesnym wzroście kosztów eksploatacji budynku. Zastosowanie jako medium transportowego fal radiowych rozwiązuje problem.

Przedstawione przykłady zastosowania komunikacji radiowej pokazują szybko rosnące zainteresowanie budową bezprzewodowych systemów, których elementami są urządzenia pomiarowe. Sieci czujników, jak większość wynalazków z zakresu komunikacji radiowej, zawdzięczają oczywiście swoje powstanie aplikacjom wojskowym, w tym przypadku związanym bezpośrednio z obserwacją pola walki. Dzisiaj sieci tego typu znajdują wiele zastosowań cywilnych związanych z monitoringiem procesów przemysłowych, stanu obiektów budowlanych, obserwowaniem środowiska naturalnego, badaniem zachowania się zwierząt itd. Właśnie tego typu bezprzewodowym sieciom komputerowym, które w działaniu wykorzystują głównie standardy komunikacji bezprzewodowej z grupy 802.15, jest poświęcona nasza książka.

Jak już wspomnieliśmy, pierwsze zastosowania tego typu sieci są opisane w literaturze anglojęzycznej, stąd używana powszechnie nazwa sieć WSN (ang. wireless sensor network). W literaturze polskojęzycznej mówimy o bezprzewodowych sieciach sensorowych czy bezprzewodowych sieciach czujników. Jest tu pewien skrót myślowy - pod pojęciami sensor czy czujnik kryją się pełne, komunikujące się drogą radiową urządzenia wyposażone w jeden lub więcej różnych czujników. Stąd w niniejszej książce zazwyczaj mówimy o sieciach tworzonych przez urządzenia pomiarowe, ale tam gdzie nie prowadzi to do nieporozumień, zamiast urządzenia pomiarowe używamy słowa sensor.

Liczne i różnorodne zastosowania bezprzewodowych sieci sensorowych spowodowały powstanie wielu jej odmian. To co je łączy to wspomniany już fakt; iż zawsze jest to zbiór wielu rozproszonych autonomicznych urządzeń mierzących wybrane właściwości fizyczne i środowiskowe, które następnie są gromadzone i przesyłane z wykorzystaniem komunikacji bezprzewodowej. Wracając do genezy sieci czujników, termin wireless sensor network został po raz pierwszy użyty pod koniec poprzedniego wieku w artykule [25] opublikowanym w 1996 roku przez grupę badaczy z Berkeley, USA. Obecnie dekada w dziedzinie komputeryzacji to praktycznie cała epoka. Najszybszym procesorem dla komputerów stacjonarnych był wówczas procesor Pentium taktowany zegarem 150 MHz, a sieci komórkowe w Polsce rozpoczynały dopiero swoją działalność. Dwie pierwsze sieci komórkowe uruchomiono we wrześniu 1996 roku. Jak dużo się zmieniło przez ten okres, widać choćby na przykładzie wspomnianych sieci komórkowych, stosowanych tam urządzeń i technologii.

W tym kontekście intrygujący jest przekaz zawarty w pracy, która w lutym 2003 roku ukazała się na łamach serwisu technologyreview.com, wydawanego przez Massachusetts Institute of Technology (MIT). W artykule na temat nowych technologii, które zmienią świat (ang. 10 Emerging Technologies That Will Change the World) na pierwszym miejscu wśród technologii przyszłości zostały wymienione bezprzewodowe sieci sensorowe. Cytowany w artykule profesor Uniwersytetu w Berkeley David Culler uważał wręcz, że tego typu sieci mogą stać się protoplastami nowej komputeryzacji. (ang. low-power wireless sensor networks are spearheading what the future of computing is going to look like).

Obserwując otaczający nas świat, można uznać, że w ogólności prognoza była słuszna. Ale dopiero rewolucja w postaci upowszechnienia się przeróżnych, współpracujących ze sobą, urządzeń przenośnych z dostępem do Internetu i chmur obliczeniowych stworzyła szanse na szerokie zastosowanie bezprzewodowych sieci sensorowych. Za tą szansą kryje się bardzo modne ostatnimi czasy pojęcie „Internet rzeczy” czy „Internet przedmiotów” (ang. Internet of Things). Towarzyszy mu idea wszechobecnego przetwarzania danych (ang. ubiquitous computing), której celem jest włączenie technik komputerowych w środowisko człowieka i uczynienie ich niewidocznymi. Przyjmuje się, że oferowane usługi wykorzystują na bieżąco informacje o stanie użytkownika oraz jego otoczenia, ale nie wymagają od niego świadomego zaangażowania. Aktualny stan techniki komputerowej pozwala w pełni na budowę Internetu przedmiotów. Obecnie do Internetu podłączone są miliardy urządzeń - laptopów, komputerów stacjonarnych, tabletów, smartfonów itd. Rosną możliwości małych urządzeń pomiarowych, które zaczynają odgrywać coraz istotniejszą rolę w procesie przetwarzania danych (ang. edge computing). Jakże bardzo kontrastuje to ze słowami prezesa firmy IBM Thomasa Watsona wypowiedzianymi w latach czterdziestych ubiegłego stulecia. Przewidywał on światowe zapotrzebowanie na co najwyżej pięć komputerów. Znacznie celniej szacował światowe zapotrzebowanie na urządzenia komputerowe Raja Jurdak z australijskiego instytutu badawczego CSIRO5, który wspominał o zapotrzebowaniu na pięć komputerów, ale na mieszkańca naszej planety rocznie.

Oczywiste jest już, że wchodzimy w nową fazę rozwoju Internetu, który aktualnie rośnie o wiele szybciej niż w ostatnich dziesięcioleciach. Coraz więcej urządzeń codziennego użytku potrafi łączyć się z Internetem i sobą nawzajem. Samochody, roboty fabryczne czy automaty z napojami są „inteligentne” dzięki małym, wbudowanym procesorom komputerowym i czujnikom. Ten inteligentniejszy, połączony świat ma potencjał, aby całkowicie zmienić sposób życia ludzi. Laureat Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki z 1999 roku Horst Stormer prognozował, w wywiadzie dla Business Week z 1999 roku, że przyszłość naszej planety jest nieodłącznie związana z wszechobecnymi czujnikami, które będą stanowić pewnego rodzaju system nerwowy Ziemi.

W tę nieco futurystyczną wizję, która de facto staje się rzeczywistością, doskonale wpisują się bezprzewodowe sieci

sensorowe, za którymi kryje się owa inteligencja. To dzięki sieci czujników możemy mówić o inteligentnych domach (ang. smart houses), inteligentnych miastach (ang. smart cities), czy inteligentnych sieciach przesyłowych (ang. smart metering).

Niniejsza książka jest pierwszą w języku polskim monografią wprowadzającą czytelnika w świat bezprzewodowych sieci stworzonych przez niewielkich rozmiarów urządzenia pomiarowe. Jest ona rezultatem doświadczeń autorów, związanych z prowadzeniem prac badawczych i dydaktyki w obszarze nowoczesnych sieci i systemów komputerowych. Poruszana tematyka, sposób opisu i rozumowania oraz język powodują, że książka jest adresowana głównie do osób z wykształceniem technicznym. Chcąc dotrzeć do szerszego grona odbiorców zainteresowanych zdobyciem wiedzy w zakresie sieci sensorowych, staraliśmy się przygotować materiał w taki sposób, aby do zrozumienia tekstu była potrzebna jedynie elementarna wiedza z zakresu matematyki, telekomunikacji i informatyki. W zamyśle autorów książka ma być przewodnikiem po podstawowych mechanizmach i metodach stosowanych przy projektowaniu bezprzewodowych sieci sensorowych oraz umożliwić czytelnikowi samodzielne zastosowanie tych technik. Nie obejmuje ona oczywiście całego spektrum zagadnień w rozważanej tematyce. Koncentrujemy się na ogólnym przedstawieniu charakterystyki sieci sensorowej tworzonej przez stacjonarne i mobilne urządzenia pomiarowe. Podejmujemy próbę jej modelowania, omawiamy wybrane rozwiązania z zakresu teleinformatyki, w tym protokoły komunikacyjne, algorytmy oszczędnego zarządzania zasobami energetycznymi oraz techniki lokalizacji i grupowania węzłów. W minimalnym stopniu poruszamy wątek sprzętu i oprogramowania. Prezentacja aktualnie dostępnych urządzeń i przykładów ich zastosowania to materiał na oddzielną monografię. Nie poruszamy zagadnień bezpieczeństwa. Problematyka cyberbezpieczeństwa, w tym sieci bezprzewodowych, jest omawiana w licznych pracach poświęconych bezpieczeństwu sieci komputerowych.

Książka składa się z pięciu części. Część pierwsza obejmuje trzy rozdziały. Rozdział 2 to wprowadzenie w obszar pojęć i problemów z dziedziny samoorganizujących się sieci stworzonych w trybie ad hoc. Omawiamy w nim właściwości tego typu systemów oraz problemy związane z tworzeniem i funkcjonowaniem rzeczywistych sieci, które nie wykorzystują stałej infrastruktury komunikacyjnej. Przedstawiamy i definiujemy podstawowe modele sieci ad hoc, tj. bezprzewodową sieć prywatną (WPAN), sieć sensorową (WSN), sieć elementów aktywnych (WSAN) oraz mobilną sieć ad hoc (MANET). W rozdziale 3 omawiamy architekturę sieci sensorowej, zwracając szczególną uwagę na właściwości tworzących ją urządzeń stanowiących węzły sieci oraz ich umiejscowienie w systemach Internetu rzeczy. Rozdział kończy kilka przykładów zastosowania sieci sensorowych, w tym projektów, w których uczestniczyliśmy.

Część druga książki obejmująca kolejne cztery rozdziały jest poświęcona zagadnieniom modelowania i symulacji sieci ad hoc. Prezentujemy modele sieci i węzła pomiarowego. Szczególną uwagę zwracamy na modelowanie transmisji

radiowej. Przedstawiamy również krótki przegląd modeli ruchu stosowanych w badaniach i projektowaniu sieci mobilnych. Na zakończenie tej części prezentujemy krótki przegląd popularnych środowisk oprogramowania do symulacji.

W części trzeciej koncentrujemy się na platformach sprzętowych do tworzenia bezprzewodowych sieci sensorowych oraz oprogramowaniu. Ze względu na licznosc dostępnego oprogramowania oraz urządzeń ograniczyliśmy naszą prezentację do wybranych, powszechnie stosowanych rozwiązań.

Protokołom i algorytmom komunikacyjnym jest poświęcona czwarta część książki. Ze względu na ograniczenia zasobów dostępnych w sieciach sensorowych niezwykle istotna jest energooszczędna transmisja, stąd uwaga koncentruje się na różnych technikach oszczędzania energii. Rozważane są podejścia zakładające grupowanie węzłów, sterowanie ich aktywnością i poziomem mocy nadawanego sygnału. Dwa ostatnie rozdziały tej części są poświęcone protokołom trasowania oraz energooszczędnym realizacjom protokołu MAC.

Książkę kończy prezentacja różnych podejść do lokalizacji węzłów sieci. Rozpoczynamy od opisanie technik optymalnego pokrywania przestrzeni roboczej przez urządzenia pomiarowe. Następnie koncentrujemy się na algorytmach i systemach do lokalizacji rozmieszczanych przypadkowo czujników. Jest to obszerny rozdział, w którym staramy się przedstawić w miarę możliwości pełne spektrum rozwiązań, od najprostszych służących do lokalizacji względnej, po techniki obliczania współrzędnych położenia w środowisku działania sieci.

W książce zamieszczone są przykłady umożliwiające zrozumienie prezentowanego materiału oraz zastosowanie go w praktyce.

## 2.1 Charakterystyka sieci ad hoc

W rozdziale 1 przedstawiliśmy krótkie wprowadzenie w zagadnienia komunikacji bezprzewodowej oraz nowoczesnych bezprzewodowych sieci komputerowych, zwracając uwagę na aktualny stan technologii, zastosowania i perspektywy rozwoju. W ostatnich dziesięcioleciach obserwujemy lawinowo narastające wykorzystanie komunikacji radiowej do przesyłania informacji. Dotyczy to nie tylko telefonii komórkowej, ale również takich urządzeń jak drukarki, laptopy, tablety, smartfony i inne.

Większość z obecnie używanych rozwiązań stosowanych w komunikacji bezprzewodowej zakłada konieczność wykorzystania zewnętrznej, stałej infrastruktury sieciowej. Urządzenia umożliwiające komunikację bezprzewodową na danym obszarze są drogie, często trudne w instalacji, ponadto stacje znajdujące się poza zasięgiem infrastruktury sieciowej nie są zdolne do przesyłania danych. Zagadnienia zapewnienia łączności bezprzewodowej pomiędzy urządzeniami bez wykorzystania stałej infrastruktury sieciowej cieszą się ogromnym zainteresowaniem naukowców i inżynierów na całym świecie. Efektem są intensywne prace badawcze i nowe wdrożenia.

Dotyczą one tworzenia nowoczesnych systemów sieciowych, jakimi są bezprzewodowe sieci tworzone w trybie ad hoc.

W bezprzewodowej sieci ad hoc wszystkie urządzenia stanowiące węzły sieci są równoprawne i mogą komunikować się wzajemnie, rywalizując o dostęp do kanału radiowego. W ogólnym przypadku są to urządzenia heterogeniczne, różniące się architekturą sprzętową, zainstalowanym oprogramowaniem, zestawem czujników itd.

Niezwykle istotną właściwością odróżniającą sieć typu ad hoc od innych systemów stosujących transmisję bezprzewodową jest zdolność do samoorganizacji - urządzenia same organizują się w sieć. Sieć ad hoc należy więc do grupy systemów samoorganizujących się.

Poświęćmy nieco uwagi zagadnieniu samoorganizacji i systemom mającym taką zdolność. Wiele układów naturalnych potrafi się organizować. Jako pierwsze przychodzą na myśl systemy biologiczne, takie jak roje czy stada organizmów żywych adaptujące się do warunków panujących w środowisku, w którym funkcjonują. Tego typu zdolności obserwujemy również analizując związki chemiczne, galaktyki, planety itd. Sformułujmy definicję samoorganizacji [27].

### Samoorganizacja

Samoorganizacja to proces, w którym kształt, struktura przestrzenna lub zachowanie złożonego systemu czy układu wyłaniają się jako rezultat wzajemnych, spontanicznych oddziaływań między tworzącymi go komponentami, a reguły określające te oddziaływania są ustalane lokalnie, bez odwoływania się do globalnego wzorca charakterystycznego dla tego systemu oraz presji i ingerencji spoza systemu.

Istotą samoorganizacji jest więc ewolucja systemu z wytworzeniem jakościowo nowej formy czy zachowania bez udziału wymuszeń zewnętrznych. Podstawowym skutkiem jest powstanie właściwości i zjawisk emergentnych, czyli takich, jakich nie mają poszczególne elementy składowe, ale które pojawiają się po złożeniu tych elementów w zorganizowany układ. Reprezentują one cechy systemu jako całości, a nie cechy jego poszczególnych elementów składowych. Badacze samoorganizacji poszukują ogólnych reguł dotyczących wzrostu i ewolucji struktur systemowych, kształtów, jakie mogą przyjmować, czy globalnych zachowań złożonych systemów. Wiele prac koncentruje się na rozwijaniu metod przewidywania zmian organizacji układu spowodowanych zmianą komponentów systemu. Autorzy pracy [39] zwracają uwagę na potrzebę rozróżnienia systemów samoorganizujących się (ang. self organized) od systemów, których komponenty, w wyniku wzajemnych interakcji, tworzą struktury uporządkowane (ang. self-ordered). Słowo organizowanie się (ang. organization) oznacza coś znacznie więcej niż tylko doprowadzenie do osiągnięcia struktury systemu optymalnej z punktu widzenia realizowanych celów.

W przypadku systemów dysponujących umiejętnością samoorganizacji rezultatem wzajemnych oddziaływań elementów systemu jest nie tylko uporządkowana struktura. System jako

całość uzyskuje cechy typowe dla organizacji, tj. spójność i możliwość działania jako jeden twór. Należy w tym miejscu wspomnieć, że każdy system działa w pewnym środowisku i nie mamy gwarancji, że zachowa właściwość samoorganizacji w dowolnych warunkach. W przypadku systemów fizycznych problematyczne może być również określenie globalnego celu działania. W zastosowaniach technicznych problem ten zazwyczaj nie występuje. Cel działania systemu jest określony przez projektanta.

Podsumowując, z przedstawionej powyżej definicji samoorganizacji wynikają trzy podstawowe cechy systemów wykazujących tę właściwość.

1. System jest zbudowany z jednostek (komponentów) reagujących na lokalne bodźce.
2. Jednostki działają wspólnie, dzieląc się zadaniami.
3. System jako całość dąży do osiągnięcia celu lub celów w sposób efektywny.

Powyższe właściwości systemu mogą wystąpić, jeśli są spełnione następujące warunki:

- istnieją wejścia oraz wyjścia systemu,
- system jest obserwowalny (możliwy jest pomiar wielkości wyjściowych),
- został sformułowany cel lub cele działania systemu,
- zmiana wejść danej jednostki oraz stanu innych jednostek powoduje zmianę stanu tej jednostki,
- nie jest możliwe równie efektywne osiągnięcie celu globalnego samodzielnie przez jakąkolwiek jednostkę lub wydzieloną grupę jednostek,
- system jako całość osiąga cel w sposób najefektywniejszy i/lub dokładny w środowisku, w którym działa.

W literaturze opisywanych jest wiele różnych środowisk, w których obiekty występujące w tych środowiskach stosują różne metody samoorganizacji. Naturalne jest wskazanie na wspomniane już liczne systemy biologiczne, dla których w latach sześćdziesiątych XX wieku prowadzono pierwsze obserwacje i badania zachowań reprezentujących je jednostek [27]. Poczynione obserwacje natury starano się wykorzystać i zaadaptować w systemach technicznych [45]. Towarzyszył temu rozwój rozproszonych systemów sterowania opartych na paradygmacie kooperacji autonomicznych jednostek decyzyjnych operujących ograniczoną wiedzą o otoczeniu. Okazało się, że zaproponowane techniki zdecentralizowanego sterowania złożonymi systemami, w tym o strukturze sieci, gdzie realizowana jest komunikacja międzywęzłowa, charakteryzują właściwości typowe dla samoorganizujących się systemów występujących w naturalnym środowisku. Stąd samoorganizacja od dawna była rozważana w sieciach teleinformatycznych. Niemniej jednak pewnym problemem w przypadku klasycznych sieci o stałej strukturze jest częste wykorzystywanie globalnych tablic trasowania (routing tables), co pociąga za sobą problemy ze skalowalnością. Celem prac inżynierów było zaproponowanie takich rozwiązań, które umożliwiałyby podjęcie decyzji realizującej globalny cel, nie dysponując globalną wiedzą o systemie i środowisku pracy. Naturalne było zastosowanie wspomnianych rozwiązań do sieci o dynamicznej strukturze, wykorzystujących komunikację ad hoc.



Umiejętność samoorganizacji jest niezwykle istotną i pożądaną cechą w przypadku, gdy zachodzi potrzeba budowy układu z wielu małych, heterogenicznych urządzeń o ograniczonych zasobach, które spontanicznie reagują na zdarzenia i wymieniają między sobą dane drogą radiową. To właśnie samoorganizacja pozwala na budowę skalowalnych sieci charakteryzujących się znaczną dostępnością oraz odpornością na uszkodzenia [47, 171]. Samoorganizujące się sieci w łatwy, naturalny sposób adaptują się do zmian zachodzących w środowisku pracy, dostosowując swoją strukturę tak, aby było możliwe wykonanie postawionych przed nimi zadań.

Jest to realizowane przez wzajemne oddziaływanie na siebie urządzeń, które w sposób autonomiczny, bez jakiegokolwiek centralnego sterowania organizują się w jeden system. Urządzenia wykorzystują jedynie wiedzę o swoim otoczeniu, adaptują się do środowiska, w którym działają, dokonują w nim zmian, a tym samym oddziałują na pozostałe elementy sieci.

Omówiliśmy jedną z podstawowych właściwości bezprzewodowych sieci tworzonych w trybie ad hoc, jaką jest zdolność do samoorganizacji i adaptacji. Kolejną istotną cechą jest sposób wzajemnego komunikowania się urządzeń, czyli węzłów sieci. Jako medium transportowe stosuje się w tym przypadku promieniowanie elektromagnetyczne, najczęściej fale radiowe. Standardem dla technologii sieciowych wykorzystujących do komunikacji fale radiowe jest rodzina protokołów 802.11 (802.11a, 802.11b, 802.11g), Bluetooth (IEEE 802.15.1) oraz niskoenergetyczny IEEE 802.15.4. W sieciach ad hoc zakłada się, że urządzenia będące w zasięgu radiowym komunikują się ze sobą bezpośrednio (ang. peer-to-peer). Ze względu na ograniczony zasięg komunikacji (rys. 2.1) oraz niską przepustowość łączy i słabą jakość transmisji dominuje schemat komunikacji wieloskokowej (ang. multi-hop). Gromadzone i wstępnie przetworzone dane są więc przesyłane do odbiorcy z wykorzystaniem węzłów pośredniczących. Transmisja multi-hop umożliwia dostarczanie komunikatów nawet do bardzo odległych urządzeń odbiorców oraz pozwala na równoważenie obciążeń węzłów, a tym samym równomierne zużywanie ich zasobów energetycznych. Niepożądanym skutkiem ubocznym jest niestety obniżenie jakości transmisji. Im więcej węzłów pośrednich, tym większa szansa gubienia pakietów.



Rys. 2.1. Ograniczony zasięg transmisji w sieciach ad hoc

Architektura sieci ad hoc jest zawsze dostosowana do wymagań wynikających z jej przeznaczenia oraz przyjętej technologii. W praktycznych zastosowaniach można spotkać różne rozwiązania. Budowane są sieci ad hoc, które mogą wykorzystywać elementy stacjonarne, na przykład stacje dostępowe sieci (ang. access points) lub takie, w których wszystkie funkcje są realizowane bez wsparcia stałej infrastruktury sieciowej. W obu rozwiązaniach nie ma ograniczeń na liczbę podłączanych urządzeń.

Na koniec ostatnia właściwość sieci ad hoc - mobilność. W ogólnym przypadku przyjmuje się, że urządzenia tworzące sieć mogą się przemieszczać w przestrzeni w miarę upływu czasu i nie jest zazwyczaj gwarantowana bezpośrednia łączność pomiędzy każdą parą węzłów. Ruch może być wywołany przez środowisko, w którym działa sieć (np. woda, powietrze, zwierzęta), czyli urządzenia są przenoszone i urządzenie nie decyduje o kierunku i szybkości przemieszczania się. W innych zastosowaniach urządzenia są umieszczane na poruszających się pojazdach i same decydują o sposobie poruszania się (np. wyposażone w czujniki roboty czy pojazdy).

Podsumowując przedstawione powyżej rozważania, postaramy się sformułować, w miarę możliwości zwartą i kompletną, definicję bezprzewodowej sieci ad hoc.

### Bezprzewodowa sieć ad hoc

Bezprzewodowa sieć typu ad hoc to sieć o zdecentralizowanej strukturze, zbudowana z heterogenicznych, zazwyczaj mobilnych urządzeń, które autonomicznie organizują się w sieć. Do przekazywania danych nie jest wymagane istnienie zewnętrznej infrastruktury sieciowej, nie występują punkty zarządzające. Urządzenia sieci będące w zasięgu radiowym komunikują się ze sobą bezpośrednio. Mogą one pełnić rolę zarówno terminala końcowego, jak i stacji pośredniczącej w transmisji do innych węzłów sieci.

### 2.2. Klasyfikacja sieci ad hoc

W poprzednim podrozdziale omówiliśmy właściwości sieci ad hoc, które decydują o jej specyficznym charakterze oraz sformułowaliśmy definicję tego typu sieci. Pojawiające się nowe rozwiązania w tym obszarze to efekt licznych prac prowadzonych przez centra badawczo-rozwojowe korporacji i firm, instytuty badawcze i ośrodki uniwersyteckie. Prace te ewoluują w różnych kierunkach, czego wynikiem są różne aplikacje sieci ad hoc. W niniejszej książce ograniczymy się do krótkiego omówienia kilku wybranych praktycznych realizacji:

- bezprzewodowa sieć prywatna (ang. wireless personal area network - WPAN),
- bezprzewodowa sieć sensorowa (ang. wireless sensor network - WSN),
- bezprzewodowa sieć sensorów i elementów wykonawczych (ang. wireless sensor actuator network - WSAN),
- sieć mobilna ad hoc (ang. mobile ad hoc network - MANET).

### 2.2.1. Bezprzewodowa sieć prywatna (WPAN)

Bezprzewodowa sieć prywatna WPAN (wireless personal area network) to niewielkich rozmiarów sieć łącząca zazwyczaj przenośne urządzenia różnych typów, takie jak przenośne komputery (laptopy, netbooki) oraz urządzenia komputeropodobne do odbierania i przetwarzania informacji, na przykład tablety, telefony komórkowe i inne. Tego typu sieci są obecne w naszych domach, biurach, na uczelniach, wszędzie tam, gdzie możliwa jest komunikacja drogą radiową. Przykładowe ich zastosowanie to komunikacja między smartfonem a bezprzewodowymi słuchawkami bluetooth, czy wymiana danych z urządzeniami takimi jak inteligentne zegarki (ang. smart watch) czy opaski (ang. smartband). Sieci WPAN są również wykorzystywane do budowy bezprzewodowych systemów alarmowych instalowanych w budynkach, na parkingach itd.

W sieciach WPAN istnieje podział na urządzenia podrzędne i nadrzędne. Znaczna część urządzeń może realizować obie funkcje, czyli pracować zarówno jako urządzenie podrzędne, jak i nadrzędne. Struktura sieci tworzona jest w zależności od potrzeb, w trybie ad hoc i może szybko podlegać zmianom, adaptując się do nowych warunków pracy i aktualnych wymagań. Transmisja w sieciach WPAN jest zazwyczaj realizowana przy wykorzystaniu następujących technologii komunikacyjnych: Bluetooth, ZigBee, IrDA, Ultra Wideband, HomeRF i inne.

Podsumowując, sformułujmy krótką definicję sieci WPAN.

### Bezprzewodowa sieć prywatna

Bezprzewodowa sieć prywatna WPAN (wireless personal area network) to rodzaj sieci komputerowej wykorzystującej łącze bezprzewodowe o niewielkim zasięgu do przesyłania danych między heterogenicznymi, najczęściej przenośnymi, urządzeniami do obliczeń oraz odbierania i przetwarzania informacji.

### 2.2.2. Bezprzewodowa sieć sensorowa (WSN)

W rozdziale 1 przedstawiliśmy krótkie wprowadzenie w tematykę bezprzewodowych sieci sensorowych WSN (wireless sensor network), ich zastosowań, aktualnego stanu technologii i perspektyw rozwoju. Przytoczona tam dość ogólna definicja określa tę sieć jako zbiór wielu rozproszonych autonomicznych czujników mierzących właściwości fizyczne i środowiskowe, takie jak temperatura, wilgotność, ciśnienie czy zanieczyszczenie. Dane pomiarowe są gromadzone i przesyłane drogą radiową do stacji odbiorczej.

Nieco dokładniejszą definicję WSN zaproponowali Kay Romer i Friedemann Mattern w pracy [126]. W myśl tej definicji za bezprzewodową sieć sensorową możemy uznać dużych rozmiarów sieć ad hoc wykorzystującą komunikację typu multi hop, złożoną w większości z homogenicznych, stacjonarnych

urządzeń o niewielkich rozmiarach i ograniczonych zasobach energetycznych i obliczeniowych, które mogą być w sposób losowy rozmieszczone na rozważanym obszarze.

Definicja przedstawiona przez Romera i Matterna podsumowuje pewien etap badań nad bezprzewodowymi sieciami sensorów prowadzonych w pierwszej dekadzie XXI wieku. Mimo iż rozwój sieci WSN na tle rozwoju telefonii komórkowej wygląda mało okazale, nie zmienia to faktu, że w tym obszarze prowadzonych jest bardzo wiele prac, które ewoluują w różnorodnych kierunkach. Nowe realizacje sieci WSN są wynikiem nowych potrzeb i zastosowań. Węzły są wyposażane w dodatkowe urządzenia zwiększające zakres ich działań i możliwości.

Prezentowana książka jest poświęcona sieciom sensorowym, a konkretnie architekturom, algorytmom, technologiom oraz narzędziom i technikom do ich projektowania i realizacji. W następnym podrozdziale przyjrzymy się dokładniej właściwościom tego typu sieci, ich budowie i ewolucji. Na zakończenie tych krótkich rozważań, korzystając z opisów przedstawionych w literaturze [4, 5, 126] sformułujemy definicję klasycznej sieci sensorowej.

### Bezprzewodowa sieć sensorowa

Bezprzewodowa sieć sensorowa (ang. wireless sensor network - WSN) jest to rodzaj sieci tworzonej przez autonomiczne, zazwyczaj homogeniczne, stacjonarne lub quasi-stacjonarne urządzenia pomiarowe o niewielkich rozmiarach i ograniczonych zasobach, gęsto pokrywające wskazany obszar. W większości zastosowań sieć jest budowana w trybie ad hoc. Służy ona do realizacji założonego, wspólnego dla wszystkich urządzeń, zadania związanego z pomiarem, gromadzeniem, przetworzeniem wielkości fizycznych oraz ich przekazaniem drogą radiową do operatora, realizując transmisję z wykorzystaniem węzłów pośredniczących.

### 2.2.3. Bezprzewodowa sieć sensorów i elementów wykonawczych (WSAN)

Sieci WSAN (wireless sensor actuator network) wyewoluowały z klasycznych sieci sensorowych. Obecnie coraz częściej bezprzewodowe sieci czujników nie ograniczają swojego działania tylko do zbierania i gromadzenia danych o środowisku oraz ich wstępnego przetwarzania i przesyłania, ale dopuszczają możliwość aktywnego oddziaływania na to środowisko [6, 89]. Jest to możliwe dzięki wyposażeniu sieci sensorowych w dodatkowe urządzenia wykonawcze, takie jak na przykład proste sterowniki. W ten sposób wyniki pomiarów na bieżąco przekładają się na decyzje sterujące, które są przekazywane i realizowane przez elementy wykonawcze sieci. Wydaje się, że w przyszłości tego typu sieci mogą zdominować obszar

reklama

[www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)

zastosowań sieci czujników. Podobnie jak w przypadku już zaprezentowanych rodzajów sieci postaramy się sformułować definicję sieci WSA.

### Bezprzewodowa sieć sensorów i elementów wykonawczych

Bezprzewodowa sieć sensorów i elementów wykonawczych (wireless sensor actuator network - WSA) to rodzaj bezprzewodowej sieci sensorowej, której węzły oprócz czujników mierzących różne wielkości fizyczne są również wyposażone w elementy wykonawcze umożliwiające realizację decyzji sterujących na podstawie wykonanych pomiarów.

#### 2.2.4. Mobilna sieć ad hoc (MANET)

Sieć bezprzewodowa, której główną cechą wyróżniającą jest założenie, że tworzące ją urządzenia poruszają się, to sieć MANET (mobile ad hoc network). Urządzenia są umieszczone na pojazdach lub przenoszone przez ludzi czy zwierzęta. W sieciach MANET, podobnie jak w dotychczas omówionych, każde urządzenie może wykonywać zleczone zadania oraz uczestniczyć w przekazywaniu danych do odbiorców, którzy znajdują się w jego zasięgu. W ogólnym przypadku nie zakłada się istnienia wyróżnionych węzłów. Każdy węzeł może dostarczać usługę lub być odbiorcą usługi oferowanej przez inne elementy sieci. Do komunikacji nie jest wymagane istnienie żadnej stałej infrastruktury sieciowej, nie ma punktów centralnych zarządzających siecią. Samoorganizacja węzłów oraz wzajemna komunikacja jest realizowana przez relacje każdy z każdym (ang. peer-to-peer). Podsumowując, poniżej krótka definicja sieci MANET.

#### Mobilna sieć ad hoc

Mobilna sieć ad hoc (ang. mobile ad hoc network - MANET) to sieć bezprzewodowa o zdecentralizowanej strukturze, tworzona przez samoorganizujące się urządzenia komunikacji bezprzewodowej, które pełnią funkcje zarówno terminali, jak i ruterów. Węzły przemieszczają się, ich położenie zmienia się w czasie.

#### Projektowanie sieci ad hoc - problemy i ograniczenia

W poprzednich podrozdziałach wspomnieliśmy, że bezprzewodowe sieci ad hoc mogą być stosowane w różnych środowiskach i sytuacjach oraz wykonywać zadania różnych typów. Zastosowanie warunkuje konstrukcję topologii sieci oraz wybór technologii do jej realizacji. Inne protokoły sieciowe są wykorzystywane w przypadku sieci obejmującej zasięgiem działania pojedynczy budynek, a inne w sytuacjach działań prowadzonych na dużym obszarze (np. wykrywanie pożarów lasu, monitorowanie środowiska naturalnego). Budowa sieci ad hoc zdolnej do wykonania powierzonego jej zadania wymaga uzyskania informacji dotyczących tworzących ją urządzeń. Znaczna część danych jest oczywiście udostępniana przez producentów sprzętu. Niemniej, w trakcie działania operacyjnego parametry i możliwości urządzeń mogą ulegać dynamicznym zmianom. W miarę upływu czasu węzły mogą zmieniać swoje położenie, ulec uszkodzeniu, zmniejszają się ich zasoby energetyczne, a tym samym moc obliczeniowa i zasięg nadajnika radiowego. Podstawowe informacje, które są wymagane zarówno przy projektowaniu sieci, jak i przy obróbce danych pozyskiwanych przez sieć oraz bieżącym zarządzaniu działaniem sieci (jeśli aplikacja przewiduje jakiegokolwiek zarządzanie) obejmują:

- położenie geograficzne węzłów sieci,
- aktualnie dopuszczalną moc nadajnika radiowego,
- liczbę aktywnych węzłów w sieci,
- liczbę węzłów, które mogą być stracone do chwili, w której uznaje się, że sieć przestaje funkcjonować,
- funkcje, jakie ma realizować sieć, na przykład maksymalizacja czasu funkcjonowania sieci, maksymalizacja przepływności.

W większości zastosowań kluczowym parametrem oceny bezprzewodowej sieci ad hoc jest czas działania sieci, określany często mianem „czasu życia sieci”. Czas ten jest zazwyczaj determinowany przez sprawność energetyczną urządzeń, intensywność komunikacji oraz użyte protokoły komunikacyjne. Warto zwrócić uwagę, że w sieciach ad hoc, w których tworzące je urządzenia mogą się przemieszczać, czas pracy sieci

reklama

# NOWIMEX®

**NOWIMEX** doradza w doborze i dostarcza produkty renomowanych firm z branży automatyki i elektromechaniki przemysłowej:

**VAHLE** – Systemy zasilania ruchomych odbiorników prądu.

**SCHLEGEL** – Tablicowy osprzęt sterowniczo-sygnalizacyjny.

**LEAB** – Systemy zasilania pojazdów ratowniczych, pożarniczych i medycznych w prąd i sprężone powietrze.

**A.M.I.** – Panele sygnalizacyjne i alarmowe.

**TEXELCO** – Sygnalizatory świetlne i dźwiękowe.

**HUGRO** – Dławiące do kabli.

**BREVETTI** – Tworzywowe i stalowe prowadniki kabli.

**CATTRON** – Przemysłowe systemy zdalnego sterowania radiowego.

**MICRO DETECTORS** – Szeroka gama czujników.

**MARECHAL** – Wtykowe złącza przemysłowe i dekontaktory (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).

www.nowimex.com.pl  
info@nowimex.com.pl





w danej konfiguracji jest często krótki i odpowiada zapotrzebowaniom pojawiającym się w danej chwili.

Standardy komunikacyjne wykorzystywane we współczesnych sieciach bezprzewodowych, takie jak IEEE 802.11, Bluetooth (IEEE 802.15.1) czy IEEE 802.15.4 i ZigBee pozwalają na pracę w trybie ad hoc. Protokoły MAC (medium access control) gwarantują wydajny dostęp do medium transmisyjnego uważnie zarządzając dostępnymi zasobami energii. Wyczerpujący przegląd dostępnych protokołów MAC jest prezentowany w pracach [61, 136]. Omawiamy je również w rozdziale 14 niniejszej książki. Wyniki badań symulacyjnych, których celem było porównanie protokołów pod względem ich energooszczędności i efektywności, są opisane w pracy [136].

Pomimo wysokiej wydajności protokołów MAC praktyczne zastosowanie sieci w trybie pracy ad hoc wymaga nadal rozwiązania kilku podstawowych problemów. Najważniejsze z nich to:

- Ograniczone zasoby. Węzły wchodzące w skład sieci to często niewielkie urządzenia zasilane z baterii, dysponują więc ograniczonymi zasobami energii. Ograniczona jest również przepustowość sieci.
- Niska jakość łączy. Jakość bezprzewodowej transmisji zależy od zewnętrznych czynników, takich jak warunki atmosferyczne czy ukształtowanie terenu. Część z tych czynników zmienia się w czasie.

- Zmieniająca się dynamicznie topologia sieci. Każdy węzeł sieci może w dowolnym czasie, z różnych powodów, opuścić sieć. Podobnie, w każdej chwili działania sieci węzeł może dołączyć do sieci.
- Problemy z zapewnieniem bezpieczeństwa sieci. Spontaniczny sposób tworzenia sieci czyni je stosunkowo łatwym obiektem zewnętrznego ataku. Bezprzewodowa transmisja również ułatwia atak. Znacznie łatwiej jest włączyć się do tego typu sieci. Zapewnienie bezpieczeństwa w sieciach ad hoc wymaga zastosowania nowych rozwiązań, które nie występują w sieciach przewodowych o stałej infrastrukturze.

Algorytmom i specjalizowanym protokołom, które pozwalają na rozwiązanie wymienionych powyżej problemów związanych z projektowaniem rzeczywistych sieci ad hoc jest poświęcona znaczna część niniejszej książki. Koncentrujemy się co prawda na sieciach sensorowych, ale niektóre prezentowane rozwiązania mogą znaleźć zastosowanie również w sieciach ad hoc innego rodzaju.

Fragment pochodzi z książki: „Bezprzewodowe Sieci Czujników w Internecie Rzeczy” Ewa Niewiadomska – Szykiewicz, Michał Marks, Piotr Arabas, Andrzej Sikora. Wydawnictwo Naukowe PWN SA.

---

15. edycja Międzynarodowych Targów Obrabiarek, Narzędzi i Technologii Obróbki TOOLEX odbędzie się w Międzynarodowym Centrum Kongresowym

# Katowice ponownie stolicą polskiego przemysłu

Kompleksowa prezentacja nowych technologii obróbki metalu i narzędzi, podczas jednego z najważniejszych wydarzeń dla branży przemysłowej, po raz drugi odbędzie się w Międzynarodowym Centrum Kongresowym w Katowicach. W dniach 3-5 października 2023 r. liderzy rynku zaprezentują swoje rozwiązania w obszarze obróbki, automatyzacji i robotyzacji oraz innowacyjnych narzędzi. Ostatnia, 14. edycja Międzynarodowych Targów Obrabiarek, Narzędzi i Technologii Obróbki TOOLEX zakończyła się rekordową frekwencją.

Międzynarodowe Targi Obrabiarek, Narzędzi i Technologii Obróbki TOOLEX to trzy dni dyskusji, poświęcone przyszłości polskiego przemysłu. Nowości rynkowe, liderzy w produkcji maszyn i narzędzi, urządzenia w ruchu, praktyczna wiedza bezpośrednio od ekspertów i odpowiedzi na pytania, które aktualnie zadaje sobie branża.

– Targi TOOLEX to znakomita okazja do wartościowych spotkań i merytorycznych rozmów pomiędzy wystawcami a decydentami ze śląskich zakładów produkcyjnych branży automotive, robotyki górniczej, stalowej i wielu innych. Nasi goście mają możliwość obserwacji w ruchu maszyn i urządzeń czołowych producentów, a ponadto mogą dołączyć do dyskusji

o przyszłości polskiego przemysłu. Wydarzenie skierowane jest do wszystkich, którzy poszukują innowacji i efektywnych rozwiązań na miarę przemysłu 4.0 – zapewnia Agnieszka Miklas, dyrektor działu expo Grupy PTWP.

Podczas wydarzenia uczestnicy będą mogli uzyskać kompleksowe informacje, dotyczące bieżącej sytuacji rynkowej, przekazywane przez ekspertów zajmujących się projektowaniem, produkcją i dystrybucją maszyn i urządzeń do obróbki, narzędzi czy branży współpracujących z metalową na co dzień. Będzie to także okazja do poznania zmian w procesach cyfryzacji polskiej gospodarki oraz porozmawiania o szansach i wyzwaniach, które czekają branżę w nadchodzącym czasie.

– Następną odsłoną Targów TOOLEX to znakomita okazja do pokazania, że Grupa PTWP stawia przed sobą coraz wyższe wyzwania. Nowa lokalizacja w Międzynarodowym Centrum Kongresowym w Katowicach dała wydarzeniu nową, lepszą jakość i motywację do jego dalszego rozwoju – mówi Agnieszka Miklas.

14. edycja wydarzenia zgromadziła ponad 5800 uczestników i stanowiła nowe otwarcie dla wydarzeń obejmujących bezpośredni kontakt z klientem. Podczas targów swoją ofertę zaprezentowało blisko 150. wystawców. Trzem dniom rozważań nad polskim przemysłem towarzyszyły dodatkowe wydarzenia – konferencja Nowy Przemysł 4.0, konferencja Tech and Job, Targi OILexpo, Środowiskowe Seminarium Tribologów oraz konkurs The Best of Industry 4.0. W 15. sesjach udział wzięło 80 ekspertów, w tym liderzy rynku, zajmujący się projektowaniem, produkcją i dystrybucją maszyn do obróbki czy narzędzi skrawających, prezesi i kierownicy firm, operatorzy CNC, programiści, kontrolerzy jakości i technicy utrzymania ruchu.

– Katowice na kilka dni stały się prawdziwą stolicą przemysłu. Targi, konferencje Nowy Przemysł 4.0 oraz Tech and Job, seminaria, warsztaty, rozmowy i konkurs The Best of Industry 4.0, a wszystko to w nowej lokalizacji, czyli w Międzynarodowym Centrum Kongresowym w Katowicach. W gronie specjalistów, przedstawicieli branży i wybitnych naukowców, dyskutowaliśmy o szansach, wyzwaniach i ograniczeniach polskiego przemysłu – mówi Wojciech Kuśpik, prezes Grupy PTWP.

Międzynarodowe Targi Obrabiarek, Narzędzi i technologii Obróbki odbędą się 3-5 października 2023 r. w Międzynarodowym Centrum Kongresowym w Katowicach.

Wydarzenie organizowane jest przez Grupę PTWP, organizatora wydarzeń takich jak Europejski Kongres Gospodarczy i Międzynarodowe Targi Spawalnicze ExpoWELDING oraz wydawcę Magazynu Gospodarczego Nowy Przemysł i portalu WNP.pl.

reklama

The TOOLEX logo consists of the word "TOOLEX" in a bold, sans-serif font. The letters "TOOLE" are in orange, and "EX" is in white. The logo is partially overlaid by a large orange circle with a white gear-like border.

# Międzynarodowe Targi Obrabiarek, Narzędzi i Technologii Obróbki

**ZAREJESTRUJ SIĘ**

**3-5 października 2023**

**Międzynarodowe Centrum  
Kongresowe w Katowicach**

**WWW.TOOLEX.PL**



# Wpływ podwojenia liczby faz uzwojenia na wybrane parametry 3-fazowego silnika synchronicznego z magnesami trwałymi, na przykładzie silnika napędu eKIT dla pojazdów elektrycznych

Robert Rossa, Petr Bogatyrev - Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL, Katowice

## 1. Wstęp

W roku 2020 przystąpiono do realizacji projektu POIR, pt. „Uniwersalny elektryczny zestaw napędowy do pojazdów elektrycznych z modułowym zasobnikiem baterii (eKIT)”. Celem projektu jest opracowanie i wdrożenie do produkcji wysokosprawnego napędu elektrycznego eKIT, przeznaczonego do zastosowania w elektrycznie napędzanych pojazdach dostawczych, użytkowych i maszynach specjalnych o masie do 3.5 t. W artykule przedstawiono najpierw w skrócie ogólną konstrukcję mechaniczną i przyjęty sposób sterowania pracą prototypowego silnika elektrycznego zaprojektowanego dla napędu eKIT. Następnie opisano szczegółowo zastosowane w silniku 3-fazowe uzwojenie twornika. Dalej wskazano, jak 3-fazowe uzwojenie symetryczne twornika, o liczbie żłobków na biegun i fazę  $q = 2$ , można w silniku napędu eKIT przeprojektować na 6-fazowe asymetryczne uzwojenie o układzie dwugwiazdowym i liczbie żłobków na biegun i fazę  $q = 1$ . Po opisanii obu wariantów uzwojenia twornika, przedstawiono wyniki obliczeń elektromagnetycznych silnika wykonanych dla obu tych wariantów i opisano wpływ zastosowanego wariantu uzwojenia na wybrane parametry elektryczne i mechaniczne prototypowego silnika napędu eKIT.

## 2. Opis ogólny konstrukcji silnika napędu eKIT

W opracowywanym napędzie elektrycznym eKIT zastosowano silnik synchroniczny z magnesami trwałymi zagłębionymi, tzn. zamontowanymi wewnątrz rdzenia magnetycznego wirnika. W literaturze angielskojęzycznej silniki takie określane są jako Interior Permanent Magnet Synchronous Motor, skrót IPMSM. Zastosowanie silnika IPMSM w napędzie eKIT wynika z licznych zalet tychże silników [1, 2], predysponujących je do stosowania w elektrycznie napędzanych pojazdach drogowych czy małych statkach powietrznych.

Prototypowy silnik IPMSM dla napędu eKIT zaprojektowano w wielkości mechanicznej 132 mm. Zastosowano konstrukcję z wirnikiem wewnętrznym. Pakietowany rdzeń obwodu elektromagnetycznego silnika, zarówno po stronie stojana jak i wirnika, wykonano z blach elektrotechnicznych prądnicowych o grubości 0.27 mm, z uwagi na wysokie częstotliwości podstawowej harmonicznej prądu zasilania (do 670 Hz) i wynikającą stąd (lecz nie tylko) konieczność ograniczenia strat ciepłych w rdzeniu magnetycznym. Przekrój poprzeczny obwodu elektromagnetycznego silnika pokazano na rysunku 1.

**Streszczenie:** W artykule opisano wpływ podwojenia liczby faz w silniku synchronicznym z magnesami trwałymi na wybrane parametry elektryczne i mechaniczne silnika, na przykładzie silnika napędu eKIT przeznaczonego dla elektrycznie napędzanych pojazdów dostawczych o dopuszczalnej masie całkowitej do 3.5 t i mobilnych maszyn specjalnych. Szczegółowo przedstawiono konstrukcję uzwojenia w wariacie 3-fazowym i sposób przekształcenia 3-fazowego uzwojenia symetrycznego w dwugwiazdowe asymetryczne uzwojenie 6-fazowe. Następnie przedstawiono wyniki obliczeń elektromagnetycznych i porównano wybrane parametry elektryczne i mechaniczne silników w wariantach z 3- i 6-fazowym uzwojeniem twornika.

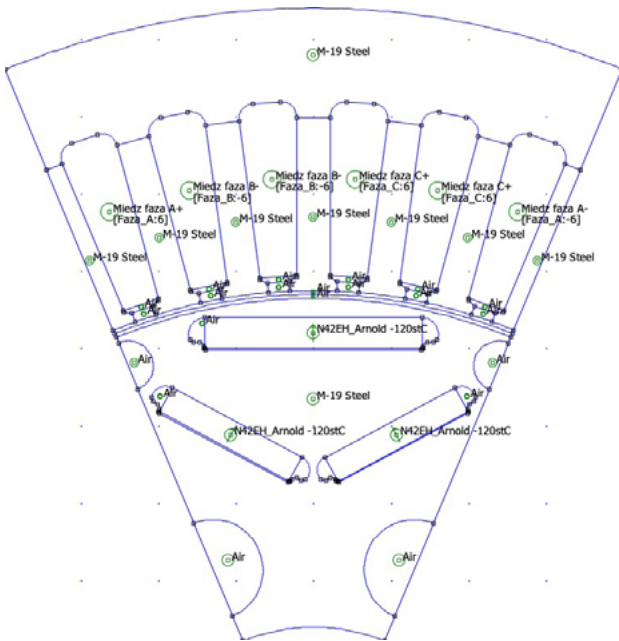
**Słowa kluczowe:** Silnik synchroniczny z magnesami trwałymi, dwugwiazdowe asymetryczne uzwojenie 6-fazowe

**Abstract:** The article describes the effect of doubling the number of phases in a permanent magnet synchronous motor on selected electrical and mechanical parameters of the motor, based on the example of an eKIT drive motor intended for electrically driven delivery vehicles with a total weight of up to 3.5 t and special mobile machines. The construction of the winding in the 3-phase variant and the method of transforming a 3-phase symmetrical winding into a double-star asymmetric 6-phase winding are presented in detail. Then, the results of electromagnetic calculations are presented and selected electrical and mechanical parameters of motors in variants with 3- and 6-phase armature windings are compared.

**Keywords:** Permanent magnet synchronous motor, double-star asymmetric 6-phase winding

Obwód elektromagnetyczny stojana, w zakresie konstrukcji rdzenia pakietowanego i typu uzwojenia, jest bardzo zbliżony do obwodów elektromagnetycznych stosowanych w 3-fazowych silnikach indukcyjnych niskiego napięcia. W obwodzie elektromagnetycznym wirnika zastosowano magnesy trwałe NdFeB, rozmieszczone w ten sposób, że magnesy współtworzące jeden biegun magnetyczny są ułożone w kształcie odwróconej litery  $\Delta$  (rys. 1). Dla ograniczenia tzw. momentu zaczepowego, w wirniku silnika zastosowano skos schodkowy rdzenia magnetycznego [3]. Kadłub silnika jest chłodzony cieczą.





Rys. 1. Przekrój poprzeczny obwodu elektromagnetycznego prototypowego silnika IPMSM dla napędu eKIT (pokazano jeden biegun magnetyczny z uwagi na symetrię magnetyczną). W wirniku zastosowano rozmieszczenie magnesów w kształcie odwróconej litery  $\Delta$

Silnik napędu eKIT jest zasilany z falownika energoelektronicznego przeznaczonego dla zastosowań motoryzacyjnych. Oprogramowanie wewnętrzne falownika,

reklama

z zaimplementowanym algorytmem wektorowego sterowania silnikiem IPMSM, odpowiednio sparametryzowano pod silnik napędu eKIT, z wykorzystaniem tablic przeglądowych (ang. look-up table, LUT). Algorytm sterowania zapewnia trójstrefową regulację prędkości obrotowej silnika: strefa 1 – sterowanie napędem z zachowaniem maksimum momentu na wale do prądu zasilania (ang. skrót MTPA control), strefa 2 – osłabianie strumienia głównego w silniku (ang. flux weakening control), strefa 3 – sterowanie z zachowaniem maksimum momentu przy danym napięciu zasilania (ang. skrót MTPV control) [4 ÷ 7]. W celu zapewnienia koniecznej przy sterowaniu silnikiem informacji o aktualnym położeniu wirnika względem twornika, silnik wyposażono w enkoder absolutny, zamontowany na zewnętrznej stronie tarczy łożyskowej od strony przeciwnapędowej.

Napęd elektryczny eKIT projektowano pod zasilanie z baterii trakcyjnej o napięciu z zakresu 350 do 400 VDC (znamionowo 375 VDC).

### 3. Uzwojenie w wariacie 3-fazowym

Prototypowy silnik IPMSM napędu eKIT jest silnikiem o liczbie biegunów magnetycznych  $2p = 8$ . Uzwojenie twornika zaprojektowano jako typowe uzwojenie rozłożone quasi-sinusoidalnie, jednowarstwowe, o liczbie faz  $m = 3$ , z fazami uzwojenia połączonymi w układ gwiazdy. Zastosowano liczbę żłobków twornika  $Q_s = 48$ , co skutkuje liczbą żłobków na biegun i fazę  $q = 2$ . Liczbę zwojów szeregowych uzwojenia twornika dobrano

MIĘDZYNARODOWE TARGI TECHNIKI PAKOWANIA I ETYKIETOWANIA

# TAROPAK

27-29.09.2023, Poznań

Lokalizacja:



ZAPRASZA

mtp  
GRUPA

## OPAKUJEMY KAŻDĄ BRANŻĘ!

[www.taropak.pl](http://www.taropak.pl)



E-COMMERCE



LOGISTYKA  
I CO-PACKING



EKOOPAKOWANIA



OPAKOWANIA  
I ETYKIETY

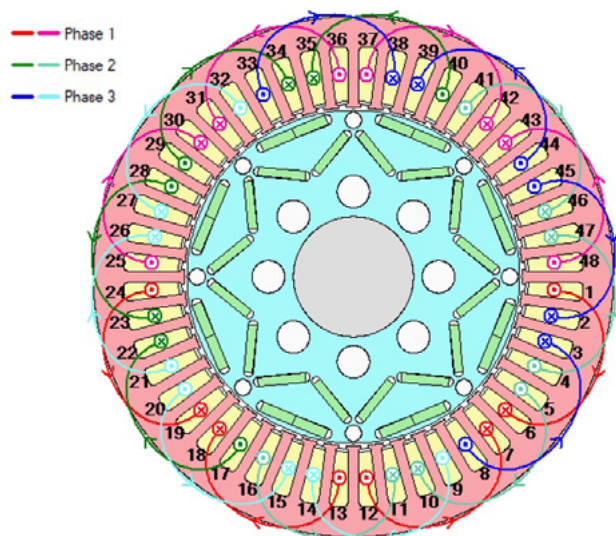


AUTOMATYKA  
I ROBOTYZACJA



EKOPROJEKTOWANIE

tak, by prędkość obrotowa bazowa napędu (prędkość, przy której następuje przejście z pierwszej do drugiej strefy sterowania prędkością  $[5 \div 8]$ ) wynosiła ok. 3600 obr/min. Na rysunku 2 pokazano schemat rozmieszczenia 3-fazowego uzwojenia twornika na przekroju poprzecznym silnika, a na rysunku 5 pokazano ten sam schemat w postaci rozwiniętej. W 3-fazowym wariantcie uzwojenia zastosowano liczbę gałęzi równoległych w paśmie fazowym  $a_g = 2$ . Zastosowano dzielone grupy fazowe uzwojenia (zezwoje tej samej fazy są nawijane w dwie strony, tak by obejmowały oba różnoimienne bieguny magnetyczne) i zezwoje o poskoku mechanicznym  $w = 5$ . Uzwojenie 3-fazowe prototypowego silnika napędu eKIT można wykonać także ze średnicowym poskoku mechanicznym zezwojów  $w = 6$ , jednak skutkuje to zwiększoną długością połączeń czołowych zezwojów oraz zwiększonym wysięgiem czoł uzwojeń, co jest niekorzystne z uwagi na sprawność, wymiary gabarytowe



Rys. 2. Schemat połączeń uzwojenia 3-fazowego na przekroju poprzecznym silnika napędu eKIT,  $m = 3$ ,  $2p = 8$ ,  $Q_s = 48$ ,  $q = 2$ ,  $w = 5$ ,  $a_g = 2$

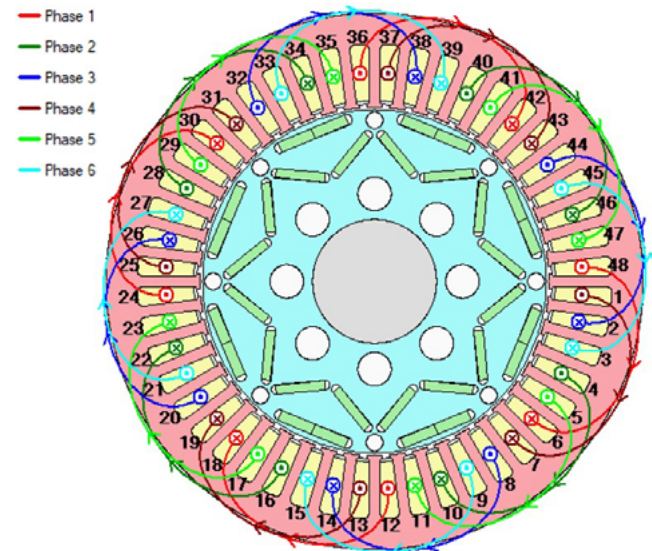
i masę silnika. Należy zauważyć, że poskok elektryczny uzwojenia jak na rysunkach 2 i 5 wynosi  $w_{el} = 6$ .

#### 4. Uzwojenie w wariantcie 6-fazowym

Dla potrzeb niniejszej analizy założono, że quasi-sinusoidalne uzwojenie twornika w wariantcie 6-fazowym zostanie wykonane w układzie dwugwiazdowym asymetrycznym  $[9 \div 12]$ , z przesunięciem kątowym między obiema gwiazdami o  $30^\circ$  el. i z oddzielnymi, izolowanymi punktami neutralnymi. Uzwojenie takie można uzyskać poprzez prostą modyfikację uzwojenia 3-fazowego, opisanego wyżej (rys. 2, 5). Wystarczy zauważyć, że podziałka żłobkowa twornika przy  $2p = 8$  i  $Q_s = 48$  wynosi  $30^\circ$  el. 3-fazowe uzwojenie symetryczne o liczbie  $q = 2$  można więc tu przekształcić w 6-fazowe uzwojenie asymetryczne o liczbie  $q = 1$ , poprzez podział każdej z 24 dwuzezwojowych grup fazowych uzwojenia 3-fazowego (po 8 na fazę) na dwie grupy jednozezwojowe, wzajemnie przesunięte o  $30^\circ$  el. Wyodrębnione jednozezwojowe grupy fazowe należy następnie przydzielić do dwóch gwiazd asymetrycznego uzwojenia 6-fazowego, w taki sposób, że:

- poskok mechaniczny (i elektryczny) wszystkich zezwojów uzwojenia 6-fazowego wynosi  $w = 6$ ;

- w gwieździe pierwszej pozostają wyłącznie boki zezwojów leżące w żłobkach nieparzystych, a w gwieździe drugiej boki zezwojów leżące w żłobkach parzystych (lub odwrotnie);
- w sąsiednich żłobkach twornika przynależnych w uzwojeniu 3-fazowym do tej samej grupy fazowej, po utworzeniu uzwojenia 6-fazowego znajdują się boki zezwojów przynależne do różnych gwiazd, przesunięte fazowo o  $30^\circ$  el. (stąd przesunięcie kątowe gwiazd o  $30^\circ$  el.);



Rys. 3. Schemat połączeń dwugwiazdowego, asymetrycznego uzwojenia 6-fazowego na przekroju poprzecznym silnika napędu eKIT,  $m = 6$ ,  $2p = 8$ ,  $Q_s = 48$ ,  $q = 1$ ,  $w = 6$ ,  $a_g = 1$

- przesunięcie faz w obrębie każdej z dwóch gwiazd uzwojenia 6-fazowego wynosi  $120^\circ$  el.;

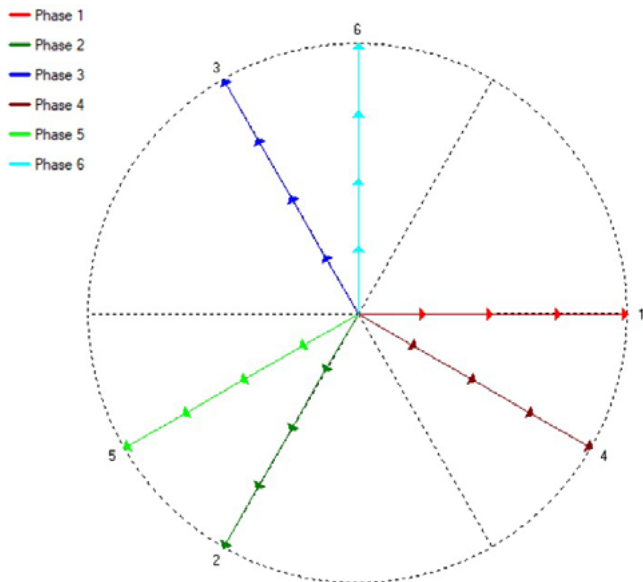
Właściwy schemat połączenia opisywanego 6-fazowego uzwojenia twornika w układzie dwugwiazdowym asymetrycznym pokazano na rysunkach 3 i 6, a na rysunku 4 pokazano wykres fazorowy sił magnetomotorycznych (SMM) pojedynczych cewek w każdej z faz tego uzwojenia.

W uzwojeniu 6-fazowym pozostawiono te same nawojowe jak w wariantcie 3-fazowym (ta sama średnica i liczba drutów na żłobek, ta sama liczba przewodów szeregowych na

Tabela 1. Dane konstrukcyjne uzwojeń  $m=3$ ,  $m=6$

Dane uzwojenia	$m = 3$	$m = 6$
liczba biegunów, $2p$	8	8
liczba żłobków, $Q_s$	48	48
liczba żłobków na biegun i fazę, $q$	2	1
liczba warstw uzwojenia	1	1
poskok mech. zezwoju uzwoj., $w$	5	6
poskok elektryczny uzwojenia, $w_{el}$	6	6
zapełnienie żłobka miedzią	0.517	0.517
liczba zwojów w cewce, $N_c$	6	6
liczba gałęzi równoległych, $a_g$	2	1
zwojów szeregowych/fazę, $z1$	24	24
wsp. uzwojenia dla 1 harm.	0.966	1





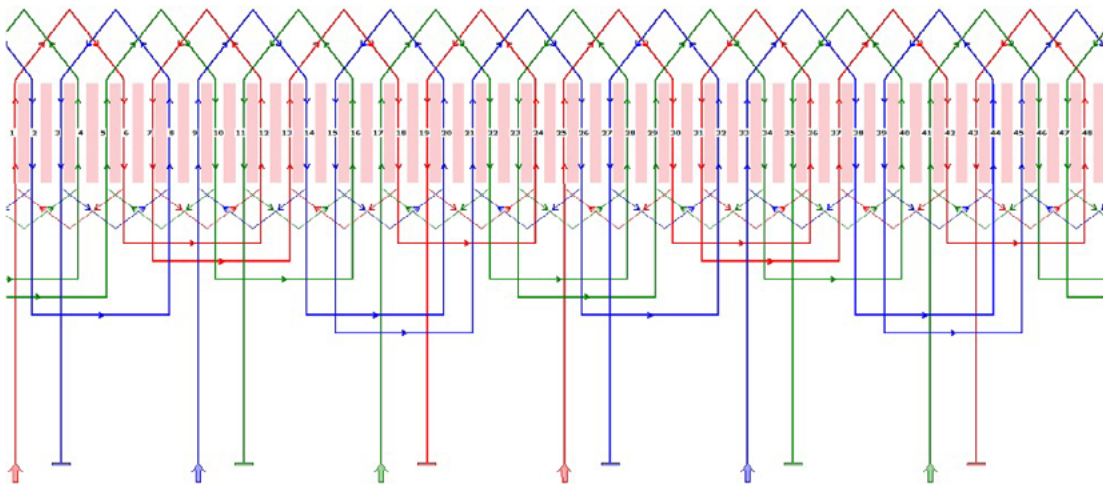
Rys. 4. Wykres fazorowy SMM pojedynczych cewek w każdej z faz dwugwiazdowego, asymetrycznego uzwojenia 6-fazowego w silniku napędu elektrycznego eKIT,  $m = 6$ ,  $2p = 8$ ,  $Q_s = 48$ ,  $q = 1$ ,  $w = 6$ ,  $a_g = 1$

złobek). Ponieważ w uzwojeniu 6-fazowym następuje zmniejszenie liczby złobków na biegun i fazę, z  $q = 2$  na  $q = 1$ , zatem dla utrzymania w uzwojeniu 6-fazowym takiej samej liczby zwojów szeregowych uzwojenia na fazę z1 oraz zbliżonych wartości napięć fazowych i międzyfazowych, w wariantcie 6-fazowym zrezygnowano ze stosowania gałęzi równoległych.

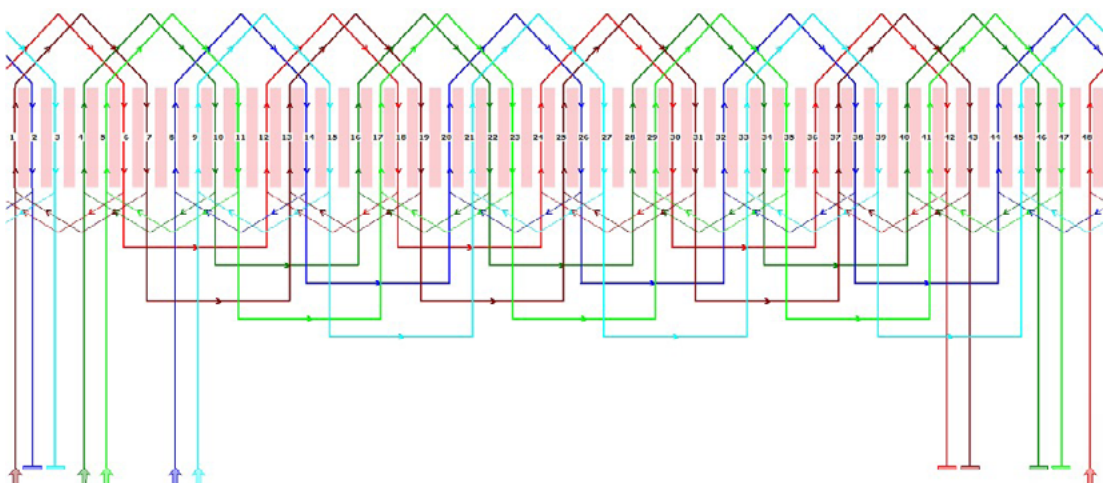
#### 5. Porównanie wybranych parametrów silnika napędu eKIT przy zastosowaniu uzwojenia 3- i 6-fazowego

Obliczenia elektromagnetyczne dla obu wariantów uzwojenia wykonano z wykorzystaniem analizy MES rozkładu pola magnetycznego w silniku. Wykorzystano analizę MES 2D dla stanów przejściowych, dostępną w oprogramowaniu Ansys Motor-CAD. Obliczenia elektromagnetyczne przeprowadzono równoległe z obliczeniami cieplnymi, przy zachowaniu identycznej konstrukcji kadłuba silnika oraz identycznych warunków chłodzenia cieczą. Uwzględniono zatem wpływ temperatury na parametry pracy silnika.

Do porównania parametrów elektrycznych oraz mechanicznych silnika napędu eKIT, przy zastosowaniu obu opisanych wyżej uzwojeń, 3- i 6-fazowego, wybrano punkt pracy znamionowej silnika:

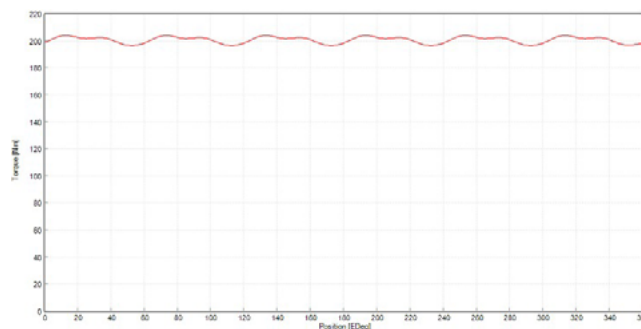
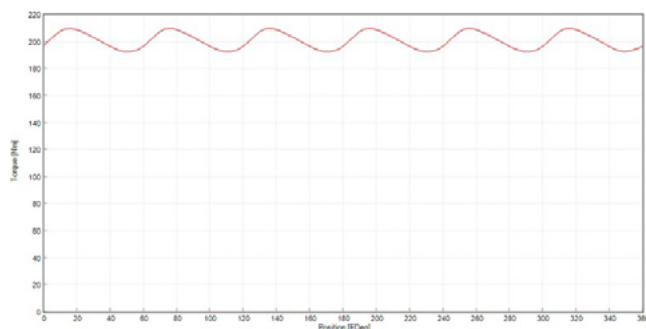


Rys. 5. Rozwinięty schemat połączeń uzwojenia 3-fazowego w silniku napędu eKIT,  $m = 3$ ,  $2p = 8$ ,  $Q_s = 48$ ,  $q = 2$ ,  $w = 5$ ,  $a_g = 2$



Rys. 6. Rozwinięty schemat połączeń dwugwiazdowego, asymetrycznego uzwojenia 6-fazowego w silniku napędu eKIT,  $m = 6$ ,  $2p = 8$ ,  $Q_s = 48$ ,  $q = 1$ ,  $w = 6$ ,  $a_g = 1$





Rys. 7. Obliczone przebiegi czasowe momentu na wale silnika eKIT w wariancie z uzwojeniem 3- i 6-fazowym

$P_N = 75 \text{ kW}$ ,  $T_N = 199 \text{ N.m}$ ,  $n_N = 3600 \text{ obr/min}$ . Ważniejsze wyniki obliczeń elektromagnetycznych dla tego punktu pracy zestawiono w tabeli 2.

Na rysunku 7 pokazano obliczone przebiegi czasowe momentu na wale silnika w wariancie z uzwojeniem 3- i 6-fazowym.

## 6. Podsumowanie

W artykule przedstawiono, w jaki sposób 3-fazowe uzwojenie symetryczne silnika, o danych nawojowych:  $2p = 8$ ,  $q = 2$ ,

**Tabela 2.** Wybrane wyniki obliczeń elektromagnetycznych silnika napędu eKIT dla punktu pracy znamionowej, przy zastosowaniu opisanych uzwojeń 3- i 6-fazowych

Parametr elektryczny lub mech.	$m = 3$	$m = 6$
prąd znam. zasilania, $I_N$ [Arms]	210.2	100.6
gęstość prądu, [A/mm <sup>2</sup> ]	8.563	8.197
kąt faz. wskazu prądu, $\beta$ [°el]	129	129
moment na wale, $T$ [Nm]	198.9	198.9
moc na wale, $P$ [kW]	75	75
sprawność, $\eta$ [-]	96.46	96.5
wsp. mocy, $\cos \phi$ [-]	0.888	0.893
tętnienia momentu, [Nm]	15.64	6.32
tętnienia momentu, [%]	7.81	3.16
napięcie biegu jał., LL, 20 °C, [Vrms]	198.9	206.4
napięcie międzyfaz., $U_{LL}$ [Vrms]	239	248.2
napięcie fazowe, $U_{ph}$ [Vrms]	138.8	145
THD napięcia międzyfaz., [%]	5.15	4.93
strumień skojarzony (1h), [mVs]	127.26	132.19
THD napięcia fazowego, [%]	12.14	16.47
THD napięcia LL biegu jał., [%]	1.837	6.975
straty w miedzi DC, [W]	1694	1650
straty w miedzi AC, [W]	487.4	500.4
straty w magnesach, [W]	8.5	8.4
straty w rdzeniu stojana, [W]	514	511
straty w rdzeniu wirnika, [W]	41.1	39.5
straty mechaniczne, [W]	7.7	7.7
suma strat cieplnych, [W]	2753	2717
moment zaczepowy p-p 20 °C, [Nm]	6.2	6.2
temp. uzwojenia, [°C]	123.7	122.4
temp. magnesów trwałych, [°C]	122.4	120.5

można zastąpić dwugwiazdowym, asymetrycznym uzwojeniem 6-fazowym, o liczbie  $q = 1$ , z przesunięciem kątowym między gwiazdami o  $30^\circ \text{el}$ .

Z uzyskanych wyników obliczeń elektromagnetycznych można wnioskować, że niewątpliwą zaletą zastosowania asymetrycznego uzwojenia 6-fazowego jest znaczne zmniejszenie tętnienia momentu na wale w stanie obciążenia silnika, co predysponuje takie uzwojenie do zastosowania np. w serwonapędach, gdzie wymagana jest wysoka precyzja pozycjonowania wirnika względem stojana.

Kolejną zaletą zastosowania asymetrycznego uzwojenia 6-fazowego w miejsce symetrycznego 3-fazowego jest zmniejszenie gęstości prądu obciążenia silnika, przy utrzymaniu tej samej wartości momentu na wale (poprawiony osiągnięty iloraz momentu na wale  $T$  do prądu  $I$ ). Zmniejszona gęstość prądu obciążenia przekłada się na mniejsze straty ciepłe w uzwojeniu i niższe temperatury pracy silnika, jednak ten korzystny efekt, w opisanym przypadku silnika napędu eKIT, jest niwelowany przez konieczność zwiększenia poskoku zezwojów uzwojenia 6-fazowego, co skutkuje wydłużeniem połączeń czołowych.

Wadą zastosowania opisanego tu asymetrycznego, dwugwiazdowego uzwojenia 6-fazowego jest konieczność doboru do napędu specjalnie zaprojektowanego falownika energoelektronicznego 6-fazowego. Falownik taki musi mieć zaimplementowany algorytm generowania odpowiednio zsynchronizowanych modulowanych impulsowych fal napięcia, tak by znaczne indukcyjności wzajemne występujące pomiędzy fazami obu gwiazd uzwojenia nie powodowały niepożądanych napięć zakłócających na tranzystorach stopnia wyjściowego falownika i tym samym nie zakłócały prawidłowej pracy falownika. Tego typu falowniki są obecnie trudno dostępne komercyjnie na rynku. Zastosowanie do zasilania opisanego uzwojenia 6-fazowego dwóch niezależnych, typowych falowników 3-fazowych, z modulacją impulsowych fal napięcia wyjściowego typu SV-PWM (Space Vector - Pulse Width Modulation), skutkuje wzajemnym zakłócaniem pracy falowników i nieprawidłową pracą napędu. Prawidłowa współpraca silnika 6-fazowego o uzwojeniu asymetrycznym z dwoma niezależnymi falownikami jest możliwa, lecz konieczne jest stosowanie specjalnych strategii generowania impulsowych fal napięcia [12].

Opisana w artykule zmiana uzwojenia z 3-fazowego symetrycznego na 6-fazowe asymetryczne nie była związana z jakąkolwiek zmianą w wykroju blach twornika (stojana). Wirnik w wariancie 6-fazowym także pozostawiono bez zmian. Dlatego zmiana typu uzwojenia nie powinna mieć żadnego wpływu

na niepożądany moment zaczepowy silnika, co potwierdziły wyniki obliczeń.

### Literatura

- [1] E. Król, T. Wolnik: Silniki PMSM do zastosowań trakcyjnych - właściwości układu zasilania ograniczające parametry silnika, *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe*, Nr 2/2021 (126), str. 147-151, ISSN 0239-3646.
- [2] T. Wolnik, E. Król: Silniki PMSM do zastosowań trakcyjnych - czy moc znamionowa silnika decyduje o jego gabarycie i masie?, *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe*, Nr 2/2019 (122), str. 155-160, ISSN 0239-3646.
- [3] R. Rossa, Napęd elektryczny eKIT - kształtowanie charakterystyk elektromechanicznych wybranymi zabiegami konstrukcyjnymi, *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe*, Nr 2/2021 (126), str. 153-161, ISSN 0239-3646.
- [4] V. Manzolini, D. Da Rù and S. Bolognani: An effective voltage control loop for a deep flux-weakening in IPM synchronous motor drives, 2017 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), 2017, pp. 3979-3985.
- [5] L. Sepulchre, M. Fadel, M. Pietrzak-David and G. Porte: MTPV Flux-Weakening Strategy for PMSM High Speed Drive, *IEEE Trans. on Industry Applications*, Vol. 54, No. 6, pp. 6081-6089, Nov.-Dec. 2018.
- [6] S. Jung, J. Hong and K. Nam: Current Minimizing Torque Control of the IPMSM Using Ferrari's Method, *IEEE Trans. on Power Electronics*, Vol. 28, No. 12, pp. 5603-5617, Dec. 2013.
- [7] M. Fadel, L. Sepulchre, M. Pietrzak-David: Deep Flux-Weakening Strategy with MTPV for High-Speed IPMSM for Vehicle Application, *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 51, Issue 28, 2018, pages 616-621, ISSN 2405-8963.
- [8] R. Rossa, E. Król: Regulacja prędkości obrotowej w napędzie elektrycznym „e-Kit” dedykowanym do elektryfikacji małych samochodów osobowych i dostawczych, *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe*, Nr 4/2012 (97), str. 75-80.
- [9] T. J. E. Miller and M. I. McGilp: Analysis of multi-phase permanent-magnet synchronous machines, 2009 International Conference on Electrical Machines and Systems, 2009, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICEMS.2009.5382988.
- [10] E. Levi, R. Bojoi, F. Profumo, H. Toliyat, S. Williamson: Multi-phase induction motor drives - A technology status review, *IET Electric Power Appl.*, Vol. 4, No. 1, pp. 489 - 516, Jul. 2007.
- [11] J. Karttunen, S. Kallio, P. Peltoniemi, P. Silventoinen and O. Pyrhönen: Decoupled Vector Control Scheme for Dual Three-Phase Permanent Magnet Synchronous Machines, *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, Vol. 61, No. 5, pp. 2185-2196, May 2014.
- [12] F. Cheng, H. Yang, R. Zhao and M. Zhu: A PWM strategy for six-phase dual stator induction motor fed by two identical voltage source inverters, 2009 International Conference on Electrical Machines and Systems, 2009, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEMS.2009.5382857.

#### Autorzy

dr inż. Robert Rossa

mgr inż. Petr Bogatyrev

Sieć Badawcza Łukasiewicz - Górnośląski Instytut Technologiczny

Centrum Napędów i Maszyn Elektrycznych

41-209 Sosnowiec, ul. Moniuszki 29

#### Informacje dodatkowe

Projekt „Uniwersalny elektryczny zestaw napędowy do pojazdów elektrycznych z modułowym zasobnikiem baterii (eKIT)”, współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, na podstawie Umowy o dofinansowanie z dnia 16-07-2020 nr POIR.01.01.01-00-1245/19.

artykuł recenzowany

reklama



**ABUS**  
CRANE SYSTEMS POLSKA

**ŻURAWIE OBROTOWE**

NIEZAWODNOŚĆ NA KAŻDYM POZIOMIE

[www.abuscranes.pl](http://www.abuscranes.pl)



# Transformacja wyzwaniem dla przemysłu

To były cztery dni pełne spotkań, inspirujących rozmów, debat i pokazów. Ofertę niemal siedmiuset wystawców targów ITM INDUSTRY EUROPE (z czego połowę stanowiły firmy globalne i z zagranicy) doceniło 15.156 zwiedzających profesjonalistów. Na stoiskach nie brakowało innowacji technologicznych i premierowych rozwiązań. Przede wszystkim jednak ekspozycja i program targów odzwierciedliły jak zmienia się przemysł i jak powinny wyglądać fabryki przyszłości.

Impionująca przestrzeń targów ITM INDUSTRY EUROPE objęła niemal wszystkie gałęzie przemysłu. W siedmiu halach o łącznej powierzchni 42 tys. m kwadratowych znalazła się m.in. oferta: obrabiarek do metali, narzędzi, automatyki przemysłowej, robotyki, metalurgii, odlewnictwa, spawania i cięcia, technologii addytywnych, oprogramowania oraz metrologii przemysłowej. Kolejna edycja targów ITM INDUSTRY EUROPE zaplanowana jest na 4-7 czerwca 2024 r.

- Obecne czasy są od kilku lat bardzo niestabilne i przemysł zмага się z wieloma wyzwaniami, takimi jak: wojna w Ukrainie, wcześniej pandemia, zerwane łańcuchy dostaw czy długi czas oczekiwania na komponenty do maszyn. Jednak choć słychać głosy o nadchodzącym kryzysie branży, to tych niepokojących tendencji nie widać na targach. Jesteśmy wdzięczni za zaangażowanie tak wielu firm, instytucji, klastrów, które stworzyły z nami tegoroczną edycję. Zarówno ekspozycja naszych wystawców, jak i program to serce ITM INDUSTRY EUROPE, bez którego nie byłoby sukcesu tego wydarzenia – podkreślała Anna Lemańska-Kramer, dyrektor ITM INDUSTRY EUROPE.

## Kongres Industry Next po raz trzeci

Świat przemysłu w czasach transformacji – pod takim hasłem odbył się w tym roku Kongres Industry Next, który już po raz trzeci towarzyszył targom ITM INDUSTRY EUROPE.



Wykład otwierający wygłosił dr Maciej Kawecki, popularyzator technologiczny, dziennikarz naukowy powołany przez Komisję Europejską na funkcję Digital EU Ambassador, prezes Instytutu Lema. - Największym wyzwaniem polskiego przemysłu jest transformacja! Nasz przemysł rozwijał się w czasach, kiedy inaczej patrzono na robotykę, internet rzeczy, sztuczną inteligencję. Przeprowadzenie transformacji w taki sposób, żeby nie zastępować czynnika ludzkiego tylko wykorzystywać jego kreatywność, jest bardzo trudne – przekonywał dr Maciej Kawecki.

Na kongresie podkreślano nie tylko konieczność transformacji cyfrowej, ale także omawiano ujęcie środowiskowe.

- Zielone to nie jest tylko aluminium, tylko zielony jest przemysł i będzie zielony i będzie musiał być zielony, ponieważ tak Europa chce kształtować swoją przyszłość – tłumaczył Andrzej Michalski-Stępkowski, prezes Polskiego Stowarzyszenia Aluminium, dodając, że aluminium to z jednej strony materiał, którego produkcja podlega regulacjom

wynikającym z polityki klimatycznej UE, ale z drugiej – surowiec niezbędny do wytwarzania wszelkiego rodzaju wyrobów pozwalających na spełnienie ambitnych celów polityki środowiskowej. O konieczności przemian w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym, wsparciu transformacji innowacyjnej i cyfrowej przedsiębiorstw mówiła także Katarzyna Błachowicz, wiceprezes zarządu Klastra Gospodarki Odpadowej i Recyklingu w panelu: Zielona transformacja przemysłu: jak tego dokonać?

- Bez dostępu do surowców krytycznych nie ma mowy o zielonej transformacji Europy. Zgodnie z projektem

rozporządzenia UE w sprawie surowców krytycznych do 2030 r. 10 proc. tych surowców powinno być wydobywanych na terenie UE, a 15 proc. ma pochodzić z recyklingu. Pozwoli to na uniezależnienie UE od importu surowców m.in. z Chin. Wymaga to odważnych decyzji, by wspierać zielone inwestycje strategiczne. Kluczowy jest rozwój potencjału innowacyjnego MŚP, z uwzględnieniem sektora recyklingu. Bez odzysku surowców z odpadów nie zamknijemy obiegu i stracimy szanse na uczynienie Europy konkurencyjnej - oceniła Katarzyna Błachowicz.

W trakcie trzech dni trwania Kongresu Industry Next eksperci podkreślali konieczność szybszej automatyzacji przemysłu, wskazywali na szanse i zagrożenia związane ze sztuczną inteligencją w biznesie, omawiali sposoby implementacji robotyzacji i cyfrowych bliźniaków, a także poszukiwali narzędzi wsparcia w transformacji przemysłu.

Łącznie w ramach targów ITM INDUSTRY EUROPE odbyło się kilkadziesiąt debat, które toczyły się na czterech





scenach przy wsparciu kluczowych organizacji, firm oraz instytucji związanych z sektorem przemysłowym.

### Nauka i przemysł – wspólna droga

Ważną częścią wystawy była reprezentacja polskich ośrodków badawczych pod wspólną nazwą NAUKA DLA GOSPODARKI.

- Cieszymy się, że jest tu tylu przedstawicieli nauki, bo właśnie nauka, innowacje i transfer technologii to trzy główne hasła przewodnie targów ITM INDUSTRY EUROPE - mówił podczas inauguracji targów Tomasz Kobierski, prezes Grupy MTP.

Synergia przemysłu i nauki wybrzmiała także w organizowanych debatach i konferencjach odbywających się w trakcie targów. Przykładem takiej współpracy było XVI FORUM INŻYNIERSKIE - IX DZIEŃ MECHANIKA, które towarzyszy targom przemysłowym już od dwudziestu lat.

O przenikaniu się świata nauki i przemysłu można było także posłuchać na Forum Przemysłu 4.0, organizowanego pod auspicjami Polskiej Akademii Nauk. - Przemysł 4.0 to ewenement na skalę światową. To pojęcie, które powstało 12 lat temu, a obecnie trudno znaleźć miejsce na świecie gdzie o przemyśle 4.0 się nie mówi – mówił na inauguracji Forum jeden z inicjatorów przedsięwzięcia Andrzej Soldaty z Centrum Przemysłu 4.0 Politechniki Śląskiej.

Konferencja gościnnie została zorganizowana na największej Scenie Tech w Polsce, w specjalnej przestrzeni innowacji dla fabryk przyszłości zainicjowanej przez firmę DBR77.

- Jeśli nie zaczniemy od edukacji, to nie dojdziemy do fabryki przyszłości i tej efektywności, która da nam konkurencyjność. Co to oznacza? To nie tylko, że brakuje nam inżynierów czy programistów, ale zależy nam na tym, żeby edukować na każdym poziomie, ale

przede wszystkim tam, gdzie decyzje są podejmowane. Forum Przemysłu 4.0 to świetne miejsce, spotkanie producentów, organizacji pozarządowych i instytucji naukowych, które mogą dzięki temu wspólnie znaleźć metodę edukacji na skalę masową – podkreślał dr Piotr Wiśniewski – założyciel i CEO DBR77.



### Złote Medale wręczone!

Sukcesy biznesowe to także innowacyjne produkty, a wystawcy obecni na targach ITM INDUSTRY EUROPE tworzą przyszłość świata przemysłu. Przykładem produktów kreujących trendy w branży są laureaci Złotego Medalu MTP, których uhonorowano podczas ceremonii otwarcia targów. Wręczono piętnaście złotych medali. Najlepszymi produktami targów ITM INDUSTRY EUROPE okazały się: Automat tokarski wzdłużny CNC SD-26 (RANDS Ryżewscy Spółka komandytowa - zgłaszający, STAR MICRONICS AG - producent), Drabina mechatroniczna (METALKAS SA - zgłaszający i producent), ENKi System (GG TECH POLSKA Sp. z o.o. Sp. K. - zgłaszający i producent), Głowica 3D 3 GEN (Ajan Polska - zgłaszający, Ajan Elektronik Serwis SAN - producent), Głowica FSW (TECHNIKA SPAWALNICZA Sp. z o.o. - zgłaszający, Stirweld - producent), IPOsystem (UIBS Teamwork Skowron Fiegler sp. k. - zgłaszający i producent), Laser Regius 3015 AJ 6KW (AMADA Sp. z o.o. - zgłaszający i producent), Laserowykrawarka TruMatic 6000 (K05) rezonator CO2 TruFlow 2700 W (TRUMPF POLSKA Spółka z o.o. Sp.k. - zgłaszający i producent), Linea przemysłowa (TENTE Sp. z o.o. - zgłaszający i producent), Microset VIO 20|50 linear (HAIMER GmbH - zgłaszający i producent), Pionowe centrum obróbkowe M2 (DMG MORI Polska Sp. z o.o. - zgłaszający, FAMOT Pleszew Sp. z o.o. - producent), Tokarka sterowana numerycznie T1 (DMG MORI Polska Sp. z o.o. - zgłaszający, FAMOT Pleszew

Sp. z o.o. - producent), Wycinarka laserowa TruLaser 5030 fiber (L76) z rezonatorem TruDisk 24001 W (TRUMPF POLSKA Spółka z o.o. Sp.k. - zgłaszający i producent).

Dwa Złote Medale zostały także wręczone przedstawicielom targów MODERNLOG. Najlepsze okazały się: Intuicyjny Asystent Kompletacji (KARDEX POLSKA Sp. z o.o. - zgłaszający i producent) oraz Platforma Synaptic (Instytut Studiów Programistycznych S.A. - zgłaszający i producent). Nagroda Złoty Medal Wybór Konsumentów trafiła do rąk firmy AJAN POLSKA.

Z kolei wystawcy, którzy wykazali się szczególną wizją aranżacji swojej



przestrzeni wystawienniczej otrzymali statuetkę Acanthus Aureus. Statuetką Złotego Akanta nagradzane są stoiska najlepiej zaprojektowane i przygotowane do realizacji strategii marketingowej firmy podczas targów. W tym roku nagroda trafiła do: DMG MORI Polska Sp. z o.o., RoTec POLSKA SCHENCK RoTec GmbH, Schwaebische Werkzeugmaschinen Polska Sp. z o.o., DEMATEC POLSKA Sp. z o.o., MAZAK - YAMAZAKI MAZAK CENTRAL EUROPE Sp. z o.o. Oddział w Polsce, HSG LASER CO.,LTD., SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ, TRUMPF POLSKA Sp. z o.o. Sp.k., JET SYSTEM Sp. z o.o. Sp.k., EROWA TECHNOLOGY Sp. z o.o. a także wystawcy MODERNLOG: KARDEX POLSKA Sp. z o.o., SEALED AIR POLSKA Sp. z o.o., NEWLAND EUROPE B.V.

W trakcie trwania ITM INDUSTRY EUROPE można było jednocześnie zwiedzić ekspozycję: Targów Logistyki, Magazynowania i Transportu Modernlog, Targów Kooperacji Przemysłowej Subcontracting oraz Salonu Bezpieczeństwa Pracy w Przemysle.

# Od Katedry Maszyn Górniczych do Katedry Inżynierii Maszyn i Transportu - 100 lat historii

Krzysztof Kotwica

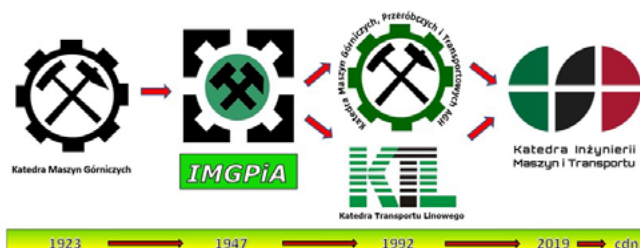
W tym roku mija 100 lat od momentu powstania Katedry Maszyn Górniczych, której sukcesorem jest obecnie Katedra Inżynierii Maszyn i Transportu. W tym czasie Katedra kształcąc kadry inżynierskie wielokrotnie przyczyniła się swoimi działaniami do rozwiązywania trudnych problemów technicznych i rozwoju przemysłu wydobywczego oraz innych jego gałęzi w Polsce jak również na świecie, wpisując się w strategię powołanej przez marszałka Piłsudskiego Akademii Górniczo-Hutniczej. Ten piękny jubileusz stwarza okazję do podsumowania osiągnięć Katedry w działaniach na rzecz polskiego przemysłu, jak również nakreślenia perspektyw do dalszego rozwoju i aktywizacji młodych naukowców do współpracy z przemysłem.

Już w dokumentach archiwalnych AGH Kraków z 1 września 1922 roku znaleziono wzmianki o czynnościach związanych z utworzeniem Katedry Maszyn Górniczych. W 1923 roku utworzona została w Akademii Górniczej taka katedra. Jej siedziba mieściła się w Krakowie Podgórze przy ulicy Krzemionki. Kierownikiem Katedry został późniejszy rektor Akademii Górniczej prof. inż. Stanisław Skoczylas. Był nim aż do momentu zamknięcia uczelni przez Niemców w 1939 roku.

Po drugiej wojnie światowej w 1947 r. w Akademii Górniczej powstały dwa zakłady maszyn górniczych: jeden na Wydziale Górniczym pod kierownictwem profesora Waclawa Lesieckiego oraz drugi na nowo otwartym Wydziale Elektromechanicznym pod kierownictwem profesora Oktawiana Popowicza. W 1952 r. Wydział Elektromechaniczny został podzielony na dwa odrębne wydziały: o kierunku elektrycznym oraz kierunku maszynowo-mechanizacyjnym. W tym samym roku 1 października rozpoczęła się historia nowego



Pracownicy Katedry Inżynierii Maszyn i Transportu



Transformacja Katedry Inżynierii Maszyn i Transportu na przestrzeni 100 lat

wydziału – Wydziału Mechanizacji Górnictwa i Hutnictwa, w którego skład weszła Katedra Maszyn i Urządzeń Górniczych kierowana przez profesora Waclawa Lesieckiego, w której działały trzy zakłady: Maszyn do Urabiania i Ładowania pod kierownictwem prof. Waclawa Lesieckiego, Maszyn i Urządzeń Transportu Dołowego pod kierownictwem prof. Bogusława Loescha i Maszyn Mechanicznej Przeróbki Kopalni pod kierownictwem prof. Andrzeja Battagli. Nieco później dołączono katedrę prowadzoną przez profesora Oktawiana Popowicza i utworzono Zakład Urządzeń Szybowych. W 1954 r. profesor Popowicz zrezygnował z pracy w AGH, a kierownikiem prowadzonego przez niego zakładu został późniejszy profesor Zygmunt Kawecki. Profesor Lesiecki był inicjatorem powstania w pawilonie B-2 hali maszyn górniczych i podziemnej kopalni doświadczalnej.

Po śmierci profesora Lesieckiego kierownictwo Katedry objął profesor Tadeusz Kubiczek, specjalista z dziedziny budowy i eksploatacji podziemnych maszyn górniczych, autor znanych i cenionych podręczników z tej tematyki. Był wychowawcą wielu późniejszych pracowników Katedry.

W październiku 1969 roku zmieniła się struktura organizacyjna uczelni i Katedra Maszyn i Urządzeń Górniczych weszła w skład Instytutu Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Automatyki, którego dyrektorem został profesor Tadeusz Kubiczek, a jego zastępcami profesorowie Zygmunt Kawecki i Antoni Czubak. W Instytucie Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Automatyki utworzono m.in. następujące zakłady: Maszyn i Urządzeń Górnictwa Podziemnego pod kierownictwem prof. Kubiczka, Maszyn i Urządzeń Transportu Kopalnianego pod kierownictwem prof. Kaweckiego, Maszyn Przeróbki Kopalni pod kierownictwem prof. Battagli i Maszyn i Urządzeń Odkrywkowych i Wiertniczych pod kierownictwem prof. Artura Bębna.

W roku 1972 stanowisko dyrektora Instytutu, po przejściu na emeryturę profesora Tadeusza Kubiczka objął prof. Kawecki. W 1973 r. przy Instytucie Maszyn Górniczych, Przeróbczych





Druga połowa XX wieku - spotkania organizowane w Katedrze Inżynierii Maszyn i Transportu: otwarcie kopalni doświadczalnej w pawilonie B-2, seminarium Instytutu MGPIA, spotkanie towarzyskie w kopalni doświadczalnej, prof. A. Bęben jako kontrapunkt na jednym ze Spotkań Gwarków

i Automatyki utworzone zostało Środowiskowe Laboratorium Badania Lin i Urządzeń Transportu Linowego. Inicjatorem jego powstania, a także organizatorem i kierownikiem był profesor Juliusz Stachurski.

W styczniu 1983 r. dyrektorem Instytutu MGPIA został profesor Adam Klich, a zastępcą profesor Józef Hansel. Profesor Klich objął także kierownictwo Zakładu Maszyn i Urządzeń Górniczego Podziemnego, a kierownikiem Zakładu Maszyn Przeróbczych i Urządzeń Powierzchniowych został profesor Tadeusz Banaszewski. W 1985 r. zastępcami dyrektora zostali profesor Tadeusz Banaszewski i dr Marian Wójcik.

W latach 1972 – 1992 w Instytucie prowadzono wiele prac w obszarze tzw. niekonwencjonalnych technik urabiania skał zwięzłych i bardzo zwięzłych. Prowadzono prace nad urabianiem skał strumieniami cieczy o bardzo wysokim ciśnieniu, elektrohydraulicznym rozsadzaniem skał, a także urabianiem dyskami, względnie palnikami termicznymi oraz plazmowymi.



Wspólne wyjazdy terenowe pracowników Katedry Inżynierii Maszyn i Transportu oraz studentów

Powstało wiele stanowisk badawczych, umożliwiających prowadzenie badań laboratoryjnych niekonwencjonalnych technik urabiania w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Podejmowane badania mające na celu rozwiązanie tych problemów były podejmowane w wielu przypadkach w ramach realizowanych prac doktorskich i habilitacyjnych. Do dużych osiągnięć należy także opracowana przez prof. Kaweckiego wraz z profesorem Mieczysławem Jeżewskim i profesorem Ludgerem Szklarskim metoda wykorzystująca pole magnetyczne do wykrywania wad i uszkodzeń w linach stalowych.

W Instytucie w tych latach pracowali również inni wybitni naukowcy, tacy jak: wieloletni prodziekan i dziekan Wydziału Maszyn Górniczych i Hutniczych oraz prorektor AGH – prof. Artur Bęben, cenieni specjaliści w dziedzinie transportu kopalnianego docent Adam Siedlar oraz dr hab. Roman Jabłoński, profesor AGH, profesor Henryk Knop, specjalista z zakresu urządzeń wyciągowych, a także maszyn i urządzeń wiertniczych oraz profesor Andrzej Tytko, późniejszy prorektor AGH, specjalista w zakresie lin stalowych czy prof. Jerzy Kwaśniewski, kontynuujący pracę w tematyce badań nieniszczących lin stalowych.

W dniu 1.04.1992 r. Senat AGH przyjął uchwałę o zmianie nazwy Wydziału Maszyn Górniczych i Hutniczych na Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki. Równocześnie od roku akademickiego 1992/1993 zmieniła się struktura Wydziału i obsada personalna. Instytut Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Automatyki został podzielony na cztery katedry, m.in.: Katedrę Maszyn Górniczych i Urządzeń Utylizacji Odpadów z kierownikiem prof. Adamem Klichem oraz Katedrę Transportu Linowego z kierownikiem prof. Józefem Hanslem. W Katedrze dalej kontynuowano prace badawcze głównie w zakresie niekonwencjonalnych technik urabiania skał, wysokowydajnych kompleksów ścianowych, doboru obudów zmechanizowanych oraz innowacyjnych rozwiązań i kompleksów do drążenia wyrobisk korytarzowych.

W tych latach w Katedrze uzyskało stopień doktora i doktora habilitowanego nauk technicznych wielu pracowników, którzy w późniejszym okresie wydatnie przyczynili się do rozwoju Katedry. Kilku z nich otrzymało tytuły profesora, a w późniejszym okresie kierowało Katedrą.

W dniu 1.10.1998 r. w Katedrze nastąpiła zmiana kierownictwa oraz nazwy. Po





przejściu profesora Adama Klicha na emeryturę kierownikiem Katedry został profesor Tadeusz Banaszewski, a Katedra zmieniła nazwę na Katedrę Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych. Zainteresowania naukowo-dydaktyczne prof. Banaszewskiego dotyczyły maszyn i urządzeń przeróbki mechanicznej surowców mineralnych. Stworzył on ośrodek zajmujący się problematyką przesiewaczy, liczący się nie tylko w kraju, ale także za granicą.

W 2005 r. kierownikiem Katedry Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych został profesor Antoni Kalukiewicz. Zajmował się głównie urządzeniami hydrauliki siłowej oraz tematyką niekonwencjonalnych technik urabiania (urabianie strumieniami wody o wysokim ciśnieniu) i walki z zagrożeniem pyłami.

W 2012 roku kierownictwo Katedry objął profesor Krzysztof Krauze. Wraz ze swoim zespołem był głównym wykonawcą innowacyjnych rozwiązań narzędzi dyskowych kombajnów ścianowych, organów urabiających, transportu w wyrobiskach o nachyleniu do 45°, a także młotów hydraulicznych. Wiele prac realizował na potrzeby kopalń węgla kamiennego, rud miedzi i zakładów górniczych.

Wspomniane już wcześniej Środowiskowe Laboratorium Badania Lin i Urządzeń Transportu Linowego powołane z inicjatywy profesora Juliusza Stachurskiego koncentrowało się na pracach z takich obszarów jak defektoskopia magnetyczna lin stalowych, budowa i doskonalenie aparatury do badań lin, projektowanie konstrukcji i opracowywanie zasad eksploatacji lin, projektowanie i badania urządzeń i konstrukcji linowych (górnice wyciągi szybowe, koleje linowe itd.). W ramach Laboratorium (a potem Katedry Transportu Linowego) działała Komisja Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Szefem Komisji był profesor Józef Hansel.



Znaczącym osiągnięciem było opracowanie i opatentowanie (patent europejski) ciernego urządzenia do awaryjnego hamowania naczyń wyciągowych. Rozwiązanie to zostało zastosowane w ponad stu górniczych wyciągach szybowych w kopalniach węgla i rud miedzi w kraju i na świecie.

W roku 1993 powołano Katedrę Transportu Linowego, której kierownikiem został profesor Józef Hansel, a zespół utworzyli pracownicy Środowiskowego Laboratorium Badania Lin i Urządzeń Transportu Linowego. Katedra dalej rozwijała tematykę badawczą prowadzoną wcześniej w Laboratorium. Pracownicy Katedry uzyskiwali bardzo dobre rezultaty we współpracy z przemysłem, w wyniku czego powstało wiele umów licencyjnych i umów know-how na stosowanie wynalazków, ekspertyz, opinii itd. Pracownicy Katedry Transportu Linowego uzyskali patenty, których liczba w skali AGH była znacząca. Wiele z nich zostało zastosowanych w przemyśle.

Od połowy lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku Katedra Transportu Linowego rozpoczęła działalność w dziedzinie dynamicznie rozwijających się osobowych kolei linowych. W Katedrze rozwijano również prace naukowe z zakresu badań magnetycznych lin stalowych (w tym analizy sygnałów). Katedrą kierowali kolejno profesor Józef Hansel, dr hab. inż. Marian Wójcik, prof. AGH i prof. Jerzy Kwaśniewski. Pracownicy Katedry uzyskali szereg kwalifikacji umożliwiających prowadzenie badań na obiektach rzeczywistych. Ważną dziedziną były również badania z zakresu dynamiki stanów awaryjnych urządzeń transportu linowego.

W lutym 2019 r., zgodnie z zaleceniem Senatu AGH, decyzją dziekana WIMiR oraz rektora AGH Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych oraz Katedra Transportu Linowego zostały rozwiązane i połączone w jedną nową Katedrę Inżynierii Maszyn i Transportu. Jej kierownikiem został mianowany





przez rektora dr hab. inż. Piotr Kulinowski, prof. AGH, który pełnił tę funkcję do końca kadencji, czyli do października 2020 roku.

Po powołaniu nowych władz dziekańskich Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki kierownikiem Katedry Inżynierii Maszyn i Transportu na kadencję 2020-2024 został wybrany dr hab. inż. Krzysztof Kotwica, prof. AGH, a jego zastępcą został dr hab. inż. Tomasz Rokita, prof. AGH. Kierowanie Katedrą Inżynierii Maszyn i Transportu oraz prowadzenie badań i prac naukowych, jak również dydaktyki, w latach 2020–2023 było utrudnione najpierw przez obostrzenia związane z pandemią COVID-19, a następnie przez działania wojenne w Ukrainie. Nie wpłynęło to jednak w większym stopniu na kontynuowanie z powodzeniem owocnej działalności Katedry, zapoczątkowanej przez jej poprzednich kierowników i pracowników.

Obecnie Katedra IMiT posiada bardzo bogatą bazę laboratoryjną, która wykorzystywana jest do badań własnych, jak też w ramach projektów finansowanych z budżetu państwa oraz zamawianych z przemysłu. W Katedrze zatrudnionych jest 29 pracowników, z czego 8 profesorów, 14 adiunktów, 2 asystentów i 5 administracyjno-technicznych. Organizowane są bardzo popularne wśród pracowników Wydziału IMiR oraz współpracowników Katedry z przemysłu coroczne Spotkania Gwarków jak również cykliczna Międzynarodowa Konferencja „Techniki Urabiania TUR”. Zorganizowano już 12 edycji tej konferencji.

Katedra Inżynierii Maszyn i Transportu jest obecnie w Polsce jedyną, która prowadzi zajęcia na specjalnościach transport linowy oraz maszyny górnicze. Prowadzi także zajęcia na specjalności maszyny do robót ziemnych i transportu bliskiego. Umożliwiają one zdobycie umiejętności potrzebnych do projektowania, wytwarzania i eksploatacji różnego rodzaju


maszyn i urządzeń do pozyskiwania, przeróbki i transportu surowców mineralnych, maszyn do prac ziemnych, drogowych i robót specjalnych oraz lin stalowych i wielu innych urządzeń transportu linowego, w tym kolei linowych i wyciągów narciarskich. Studenci mają możliwość uczestniczenia w wielu wyjazdach terenowych do przyszłych pracodawców lub na targi branżowe.

W Katedrze organizowane są także studia podyplomowe w tematyce: wysokowydajne górnicze kompleksy ścianowe, maszyny i urządzenia górnictwa podziemnego i urządzenia transportu linowego – projektowanie, budowa, eksploatacja. Dużym powodzeniem cieszą się szczególnie studia z zakresu transportu linowego, które ukończyło już ponad osiemset osób.

Pracownicy Katedry byli autorami i współautorami wielu nowoczesnych oraz innowacyjnych rozwiązań maszyn i urządzeń dla przemysłu wydobywczego, z których większość została z powodzeniem wdrożona.

Pracownicy Katedry od wielu lat ściśle współpracują z ośrodkami naukowo-badawczymi w Europie i na świecie. Są to ośrodki w Miskolcu (Węgry), we Freibergu (Niemcy), w Petroșani (Rumunia), w Kalkucie (Indie), w Ostrawie (Republika Czeska), Ivano-Frankivsku (Ukraina) oraz w Rolla, Missouri (USA).

Mamy nadzieję, że również w następnych latach Katedra będzie mogła pochwalić się podobnymi sukcesami.

 Dr hab. inż. Krzysztof Kotwica, prof. AGH Katedra Inżynierii Maszyn i Transportu, AGH w Krakowie





# **napędy** miesięcznik naukowo-techniczny **i sterowanie**

napędy • automatyka przemysłowa • energoelektronika • aparatura kontrolno-pomiarowa  
mechatronika • systemy zasilające • układy zabezpieczeń • hydraulika • pneumatyka  
robotyka • systemy transportowe • utrzymanie ruchu



**Stawiasz na rozwój?**

**Zapraszamy do współpracy**

## **Pomożemy Ci:**

- promować Twoją firmę
- informować o produktach i nowościach w Twojej ofercie
- dotrzeć do potencjalnych klientów

**[www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)**



# Zestawienie firm

## automatyka przemysłowa

Dane firmy	Profil działalności
<b>Aparatura kontrolno-pomiarowa</b>	
<b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com  Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na www.findernet.com.
<b>Automatyka przemysłowa</b>	
<b>COMPARTA Zajdel Sp. z o.o.</b> ul. Marmurowa 7 05-077 Warszawa-Wesoła	e-mail: comparta@comparta.pl www.comparta.pl  Oferuje: • switche przemysłowe COMPARTA; • IDEC – PLC, HMI, bezpieczeństwo; • komputery przemysłowe ASEM; • konwertery protokołów HILSCHER; • zdalny dostęp SECOMEA – najbardziej kompletne i zaawansowane rozwiązanie umożliwia zdalny serwis, monitorowanie i zbieranie danych. Zapraszamy do sklepu internetowego COMPARTA24.PL.
<b>Fatek Polska Sp. z o.o.</b> ul. Siwka 11 31-588 Kraków	tel. 533 329 921 e-mail: info@fatekpolska.pl www.fatek.pl  Oferujemy kompleksową automatyzację maszyn, wsparcie w zakresie doradztwa technicznego, pomoc w doborze komponentów oraz pełne wsparcie dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia. Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem sterowników PLC, paneli operatorskich HMI oraz serwonapędów firmy Fatek.
<b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com  Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na www.findernet.com.
<b>MULTIPROJEKT</b> ul. Pilotów 2 E 31-462 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl  Dystrybuujemy sterowniki PLC FATEK, panele operatorskie WEINTEK, serwonapędy i kontrolery ruchu TRIO, technikę liniową HIWIN, siłowniki liniowe LinMot, falowniki MICNO, silniki krokowe. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
<b>SKAMER-ACM Sp. z o.o.</b> ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów	tel. 14 63 23 400 e-mail: tarnow@skamer.pl www.skamer.pl  SKAMER-ACM to sprawdzony partner w pomiarach, automatyce przemysłowej i robotyce. Działalność firmy obejmuje: projektowanie systemów automatyki przemysłowej; programowanie przemysłowych systemów sterownikowych; tworzenie systemów monitoringu i wizualizacji mediów energetycznych; procesów przemysłowych i efektywności produkcji; prefabrykację szaf sterowniczych i rozdzielni; montaż, rozruch i serwis instalacji AKPiA; sprzedaż urządzeń i systemów branży AKPiA.

**Automatyka przemysłowa (cd.)**

<p><b>TWT AUTOMATYKA</b> ul. Wafłowa 1 02-971 Warszawa</p>	<p>tel./fax 22 648 20 89 e-mail: <a href="mailto:twt@twt.com.pl">twt@twt.com.pl</a> <a href="http://www.twt.com.pl">www.twt.com.pl</a></p>	<p>TWT to polski producent indukcyjnych czujników zbliżeniowych i czujników optycznych, obecny na rynku od 1999 r. Nasze wyroby charakteryzują się wysokim stopniem zaawansowania technicznego, dużą niezawodnością i wytrzymałością. Zapraszamy na naszą stronę <a href="http://www.twt.com.pl">www.twt.com.pl</a> i do sklepu internetowego.</p>
<p><b>TELMATIK</b> ul. Księżycowa 20 81-577 Gdynia</p>	<p>tel. kom. 502 093 233 tel. centrala 58 624 95 05 e-mail: <a href="mailto:telmatik@telmatik.pl">telmatik@telmatik.pl</a> <a href="http://www.telmatik.pl">www.telmatik.pl</a></p>	<p>Od 2002 roku oferujemy tanie i proste PLC firmy Array Electronics serii AF i SR oraz zaawansowane APB – szybkie liczniki, generatory do 10 kHz, bloki arytmetyczne, RTC, Modbus RTU. Program narzędziowy z symulacją, podpowiedzi-rozwiązania, instrukcje są na <a href="http://www.telmatik.pl">www.telmatik.pl</a>. Towar typowo wysyłamy w ciągu 24 h.</p>

**Energoelektronika**

<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: <a href="mailto:finder.pl@findernet.com">finder.pl@findernet.com</a> <a href="http://www.findernet.com">www.findernet.com</a></p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na <a href="http://www.findernet.com">www.findernet.com</a>.</p>
---	--	--

**Systemy transportowe**

<p><b>ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o.</b> ul. Gaudiego 20 44-109 Gliwice</p>	<p>tel. 32 334 70 00 e-mail: <a href="mailto:info@abuscranes.pl">info@abuscranes.pl</a> <a href="http://www.abuscranes.pl">www.abuscranes.pl</a></p>	<p>ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o. specjalizuje się w projektowaniu i produkcji systemów dźwignicowych najwyższej jakości przy zachowaniu konkurencyjności cen. Dodatkowo firma oferuje szeroką gamę akcesoriów i komponentów, doradztwo techniczne, montaż, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.</p>
---	--	---



**ABUS**  
CRANE SYSTEMS POLSKA

**Napędy**

<p><b>Cantoni Group</b> ul. 3 Maja 28 43-400 Cieszyn</p>	<p>tel. 33 813 87 00 e-mail: <a href="mailto:motor@cantonigroup.com">motor@cantonigroup.com</a> <a href="http://www.cantonigroup.com">www.cantonigroup.com</a></p>	<p>Grupa Cantoni to największy w Polsce producent silników elektrycznych w zakresie mocy od 0,04 kW do 7000 kW oraz hamulców. Silniki elektryczne są produkowane przez firmy: Besel SA w Brzegu, Celma Indukta SA w Cieszynie i Bielsku-Białej, Emit SA w Żychlinie. Hamulce produkuje firma Ema-Elfa Sp. z o.o. w Ostrzeszowie.</p>
<p><b>Steinlen Polska Sp. z o.o.</b> ul. W. Grabskiego 4/8 63-500 Ostrzeszów</p>	<p>tel. 62 732 23 50 fax 62 732 23 51 <a href="mailto:marketing@steinlenpolska.pl">marketing@steinlenpolska.pl</a></p>	<p>Steinlen Polska Sp. z o.o. jest autoryzowanym przedstawicielem firmy Bauer Gear Motor GmbH. Prowadzimy sprzedaż oraz serwis motoreduktorów, silników, przekładni, hamulców i sprzęgieł.</p>

**Systemy zasilające**

<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: <a href="mailto:finder.pl@findernet.com">finder.pl@findernet.com</a> <a href="http://www.findernet.com">www.findernet.com</a></p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na <a href="http://www.findernet.com">www.findernet.com</a>.</p>
---	--	--

## Układy zabezpieczeń

<b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com	Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na www.findernet.com.
--	---	--

## Utrzymanie ruchu

<b>ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o.</b> ul. Gaudiego 20 44-109 Gliwice	tel. 32 334 70 00 e-mail: info@abuscranes.pl www.abuscranes.pl	ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o. specjalizuje się w projektowaniu i produkcji systemów dźwignicowych najwyższej jakości przy zachowaniu konkurencyjności cen. Dodatkowo firma oferuje szeroką gamę akcesoriów i komponentów, doradztwo techniczne, montaż, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.
<b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com	Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na www.findernet.com.
<b>WYTWÓRNIA SPRZĘTU ELEKTROENERGETYCZNEGO AKTYWIZACJA</b> ul. Stadionowa 24 31-751 Kraków	tel. 12 644 08 92 e-mail: wse@aktywizacja.com.pl www.aktywizacja.com.pl	WSE Aktywizacja produkuje, prowadzi serwis i badania okresowe elektroenergetycznego sprzętu ochronnego. W ofercie: • drążki izolacyjne: uniwersalne, teleskopowe • uzziemiacze: przenośne, uszyniacze • wskaźniki: niskiego, średniego i wysokiego napięcia, uzgadniacze faz, detektory pola • wyroby elektroizolacyjne z gumy oraz inny sprzęt ochronny BHP

reklama

# Darmowa e-prenumerata!

[www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)



**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny



## BIBLIOTEKA



Redakcja naukowa: Ewa Klugmann-Radziemska  
**Energetyka i ochrona środowiska**  
Wydawnictwo Naukowe PWN  
Rok wydania: 2023  
wyd. I, 2023

Wydawnictwo PWN ma okazję zarekomendować publikację dotyczącą istotnej i aktualnej kwestii zestawienia działań związanych z produkcją energii a ochroną środowiska.

Niniejsza książka nosi tytuł: „Energetyka i ochrona środowiska”, a dzięki podtytułom umieszczonym już na okładce książki czytelnik ma szansę od razu się przekonać, o czym traktuje ta publikacja:

- generowaniu i magazynowaniu energii,
- odpadach energetycznych,
- analizie cyklu życia.

Celem niniejszej książki jest przedstawienie czytelnikom aktualnej wiedzy na temat wytwarzania i magazynowania energii z uwzględnieniem odpadów i ich zagospodarowania. Książka „Energetyka i ochrona środowiska” zawiera praktyczny opis tych procesów i ich wpływ na środowisko.

Autorami tej książki są specjaliści z zakresu energetyki, w tym jej redaktor naczelna: prof. dr hab. Ewa Klugmann-Radziemska – profesor Politechniki Gdańskiej, kierownik Katedry Konwersji i Magazynowania Energii, a także prodziekan ds. współpracy i rozwoju.

Publikacja „Energetyka i ochrona środowiska” ma charakter podręcznika rekomendowanego studentom studiów technicznych i środowiskowych (kierunki np. energetyka, inżynieria środowiska, ochrona środowiska), ale także kierowana jest do inżynierów energetyków, specjalistów od OZE, recyklingu, także kadry technicznej zakładów przemysłowych czy pracowników zaplecza badawczo-rozwojowego.



Elżbieta Jarzębowska  
**Dynamika i sterowanie układami mechanicznymi**  
Wydawnictwo Naukowe PWN  
Rok wydania: 2021, wydanie pierwsze, dodruk

Wydawnictwo PWN przedstawia wyjątkową na polskim rynku pozycję akademicką dotyczącą technik podstawowych i zaawansowanych modelowania i sterowania obiektami mechanicznymi.

„Dynamika i sterowanie układami mechanicznymi” obejmuje zagadnienia sterowania i modelowania ruchem m.in.:

- pojazdów kołowych i podwodnych
- bezzałogowych obiektów latających
- satelitów i manipulatorów kosmicznych.

Podręcznik wychodzi poza tradycyjnie rozumiane modelowanie i sterowanie zw. z metodami liniowymi (automatyka), która jest najczęściej

wykładanym zakresem metod sterowania w wyższych uczelniach technicznych.

Podręcznik „Dynamika i sterowanie układami mechanicznymi” omawia współcześnie stosowane metody modelowania, zakresy ich zastosowań oraz dobór metod sterowania dla różnych obiektów zależnie od celu sterowania.

Podręcznik powstał na bazie zajęć – wykładów, ćwiczeń, zadań projektowych prowadzonych przez autorkę na PW w Instytucie Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej. Powstał też z potrzeby wsparcia studentów i doktorantów jedną pozycją, w której są współczesne metody modelowania i sterowania – obecnie w rozproszonych publ. naukowych.

Podręcznik „Dynamika i sterowanie układami mechanicznymi” został tak skonstruowany, aby dostarczyć zbioru narzędzi do umiejętności zbudowania dynamiki złożonego układu, np. satelity i zaprojektowania dla niego algorytmu reorientacji na orbicie.

Publikacja jest kierowana z jednej strony:

- do studentów studiów inżynierskich różnych kierunków, np. mechanika, mechatronika, automatyka i robotyka i pokrewnych, ale również
- do inżynierów mechaników, automatyków czy projektantów układów mechanicznych

Podręcznik przeznaczony jest dla studentów wydziałów mechanicznych politechnik, szczególnie o specjalności samochodowej, uczniów techników samochodowych oraz pracowników serwisów samochodowych, diagnostów i pracowników ośrodków badawczych. Informacje zawarte w podręczniku mogą być również przydatne studentom o specjalności „automatyka i robotyka”.



Monika Ratajczyk  
**Opakowanie jako narzędzie oddziaływania na nabywców. Zarządzanie opakowaniem w przedsiębiorstwie**  
Wydawca: PWE  
Rok wydania: 2022

W publikacji chciałam usystematyzować dotychczasową wiedzę o opakowaniu, a także zaktualizować ją o te obszary, które dotychczas nie były uwzględniane w rozpoznaniu naukowym. Jednocześnie nie uzurpuję sobie prawa, aby powiedzieć, że jest to najbardziej kompletne, jak i najbardziej aktualne dzieło, które znajduje się obecnie na rynku, gdyż ze swojego doświadczenia – zarówno jako naukowiec, jak i praktyk – doskonale zdaję sobie sprawę ze złożoności zjawiska, które starałam się uchwycić. Niemniej tą publikacją chciałabym przywrócić opakowaniu należną mu uwagę w obszarze nauk o zarządzaniu i marketingu, a także zainteresować tym tematem zarówno środowisko naukowe, jak i praktyków biznesu, pobudzając do dalszej eksploracji tematu, a także wymiany doświadczeń. Mam też nadzieję, że uda mi się zmniejszyć dysproporcje w postrzeganiu opakowań przez te dwa środowiska i trochę je do siebie zbliżyć. Mnie samej, jako młodemu naukowcowi i praktykowi, trudno było pogodzić te dwie perspektywy (naukową i biznesową), a usystematyzowanie tych zagadnień na tyle, aby podjąć się ich publikacji, zajęło mi kilka lat.

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (285) Styczeń	<b>NOWE TECHNOLOGIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roboty przemysłowe</li> <li>• Termowizja</li> <li>• Aparatura kontrolno-pomiarowa</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Odnawialne źródła energii</li> <li>• Maszyny budowlane, pojazdy i sprzęt specjalistyczny</li> </ul>
2 (286) Luty	<b>AUTOMATYKA I ROBOTYKA EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Hydraulika siłowa</li> </ul>
3 (287) Marzec	<b>PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniki pakowania i opakowań, systemy ważące i dozujące</li> <li>• Systemy znakujące, RFID i kontroli w przemyśle</li> <li>• Efektywność w górnictwie</li> <li>• Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne</li> <li>• Napędy</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Energetyka odnawialna</li> </ul>
4 (288) Kwiecień	<b>AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE ELEKTROMOBILNOŚĆ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji</li> <li>• Hydraulika w technice mobilnej</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>
5 (289) Maj	<b>PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0 ELEKTROMOBILNOŚĆ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termowizja, monitoring, układy regulacji</li> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Robotyka</li> <li>• Oprogramowanie, sieci przemysłowe</li> <li>• Systemy informatyczne</li> </ul>
6 (290) Czerwiec	<b>TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Technologie przyrostowe 3D</li> <li>• Napędy hybrydowe</li> <li>• Diagnostyka i kontrola urządzeń</li> <li>• Przemysłowy Internet Rzeczy</li> </ul>
7/8 (291/292) Lipiec/sierpień	<b>AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyfryzacja w ciągu produkcyjnym</li> <li>• Inteligentne układy zasilania, sterowania</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Silniki elektryczne</li> <li>• Transformatory</li> </ul>
9 (293) Wrzesień	<b>AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Układy regulacji automatycznej</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Utrzymanie ruchu w przemyśle</li> </ul>
10 (294) Październik	<b>INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA PRZEMYSŁOWE PRZEMYSŁ 4.0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydraulika, pneumatyka i sterowanie</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Inteligentne układy zasilania</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Napędy hybrydowe i elektryczne</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Energia odnawialna</li> </ul>
11 (295) Listopad	<b>AUTOMATYZACJA PRODUKCJI AUTOMATYKA W ENERGETYCE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Oprogramowanie, sieci przemysłowe</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> </ul>
12 (296) Grudzień	<b>CYFRYZACJA W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Napędy elektryczne i hydrauliczne</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>

## TEMATYKA

**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny **Nr 7-8 (291-292)**  
Rok XXV  
Lipiec-Sierpień 2023

- AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO
- SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE
- Cyfryzacja w ciągu produkcyjnym
- Inteligentne układy zasilania, sterowania
- Diagnostyka
- Nowe technologie
- Silniki elektryczne
- Transformatory



Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na [www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)  
Kontakt: e-mail: [redakcja.nis@drukart.pl](mailto:redakcja.nis@drukart.pl); tel. 32 755 19 17

1/2023 (285)

2/2023 (286)

3/2023 (287)

4/2023 (288)

5/2023 (289)

6/2023 (290)

• **7-8/2023 (291-292)**

9/2023 (293)

10/2023 (294)

11/2023 (295)

12/2023 (296)

## PRENUMERATA

Prenumeratę miesięcznika „Napędy i Sterowanie” można rozpocząć w dowolnym momencie. Cena prenumeraty pozostaje bez zmian, niezależnie od zmiany stawki VAT na czasopismo. Faktura za prenumeratę zostanie przesłana wraz z pierwszym zamówionym egzemplarzem. Koszty przesyłki pokrywa Wydawnictwo. Studenci oraz uczniowie mogą skorzystać z 50-proc. zniżki, przesyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 237,60 zł (w tym 8% VAT).

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel. 502 132 515.

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

- druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej, [www.nis.com.pl/nis/prenumerata](http://www.nis.com.pl/nis/prenumerata);
- pocztę elektroniczną, e-mail: [prenumerata@drukart.pl](mailto:prenumerata@drukart.pl).

lub za pośrednictwem:

- RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22 693 70 00 (godz. 7<sup>00</sup>–17<sup>00</sup>)  
[www.prenumerata.ruch.com.pl](http://www.prenumerata.ruch.com.pl), [prenumerata@ruch.com.pl](mailto:prenumerata@ruch.com.pl);
- GARMOND PRESS SA, tel./fax 12 412 75 60;
- Kolporter spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k.,  
[www.kolporter.com.pl](http://www.kolporter.com.pl), tel. 41 367 88 88.



# ZAPOBIEGAJ PRZESTOJOM Z RS

[pl.rs-group.com](http://pl.rs-group.com)



Produkty i rozwiązania  
do konserwacji planowanej i predykcyjnej,  
wszystko w jednym miejscu.



Symbol  
Odpowiedzialności  
Społecznej 2021





# SENOMA

SENOMA Sp. z o.o., 40-153 Katowice, Al. Korfantego 191  
 tel. +48 32/730 30 30, tel. +48 32/730 30 31, fax +48 32 /730 23 23  
 e-mail: senoma@senoma.pl, www.senoma.pl

H  
A  
M  
U  
L  
C  
E



S  
I  
L  
N  
I  
K  
I,  
F  
A  
L  
O  
W  
N  
I  
K  
I,  
S  
O  
F  
T  
S  
T  
A  
R  
T  
Y



www.senoma.pl  
 T  
E  
C  
H  
N  
I  
K  
A  
N  
A  
P  
E  
D  
O  
W  
A

M  
O  
T  
O  
R  
E  
D  
U  
K  
T  
O  
R  
Y,  
P  
R  
E  
K  
L  
A  
D  
N  
I  
E



W  
A  
Ł  
Y  
C  
A  
R  
D  
A  
N  
A



Ł  
A  
Ń  
C  
U  
C  
H  
Y,  
F  
L  
A  
T  
T  
O  
P  
Y



P  
I  
E  
R  
Ś  
C  
I  
E  
N  
I  
E



www.senoma.pl  
 T  
E  
C  
H  
N  
I  
K  
A  
N  
A  
P  
E  
D  
O  
W  
A

S  
P  
R  
Z  
E  
G  
Ł  
A



**TOP-Distributor 2011**

Viva  
Omega  
Wrapflex  
Thomas  
Addax  
Steelflex  
Lifalign  
Orange Peel Guard

The company  
Senoma Sp. z o.o.  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in Europe.

By excellent product knowledge and customer focus, Senoma Sp. z o.o. has distinguished himself in out-standing consulting- and service performance.

**TOP-Distributor 2010**

REXNORD

The company  
Senoma  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in DACH+ sales

**TOP-Distributor 2012**

Viva  
Omega  
Wrapflex  
Thomas  
Addax  
Steelflex  
Lifalign  
Orange Peel Guard

The company  
Senoma Sp. z o.o.  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in Europe.

By excellent product knowledge and customer focus, Senoma Sp. z o.o. has distinguished himself in out-standing consulting- and service performance.

Declared by Rexnord

Lubomir Vlk  
Area Sales Mgr  
Mechelen, June 2013

Rodrigo Madiedo  
Coupling Marketing Mgr  
Mechelen, June 2013

**TOP-Distributor 2009**

REXNORD

The company  
Senoma  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in English speaking area.

By excellent product knowledge and customer focus, Senoma has distinguished himself in outstanding consulting- and service performance.

Declared by Rexnord

Live Palm  
Key-Account-Manager  
Mechelen, May 2010

Eric Bickley  
General Manager  
Mechelen, May 2010

