

# **napędy i sterowanie**

**miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny**

**Nr 11 (247)**

Rok XXI

Listopad 2019

ISSN 1507-7764  
Indeks 36018X

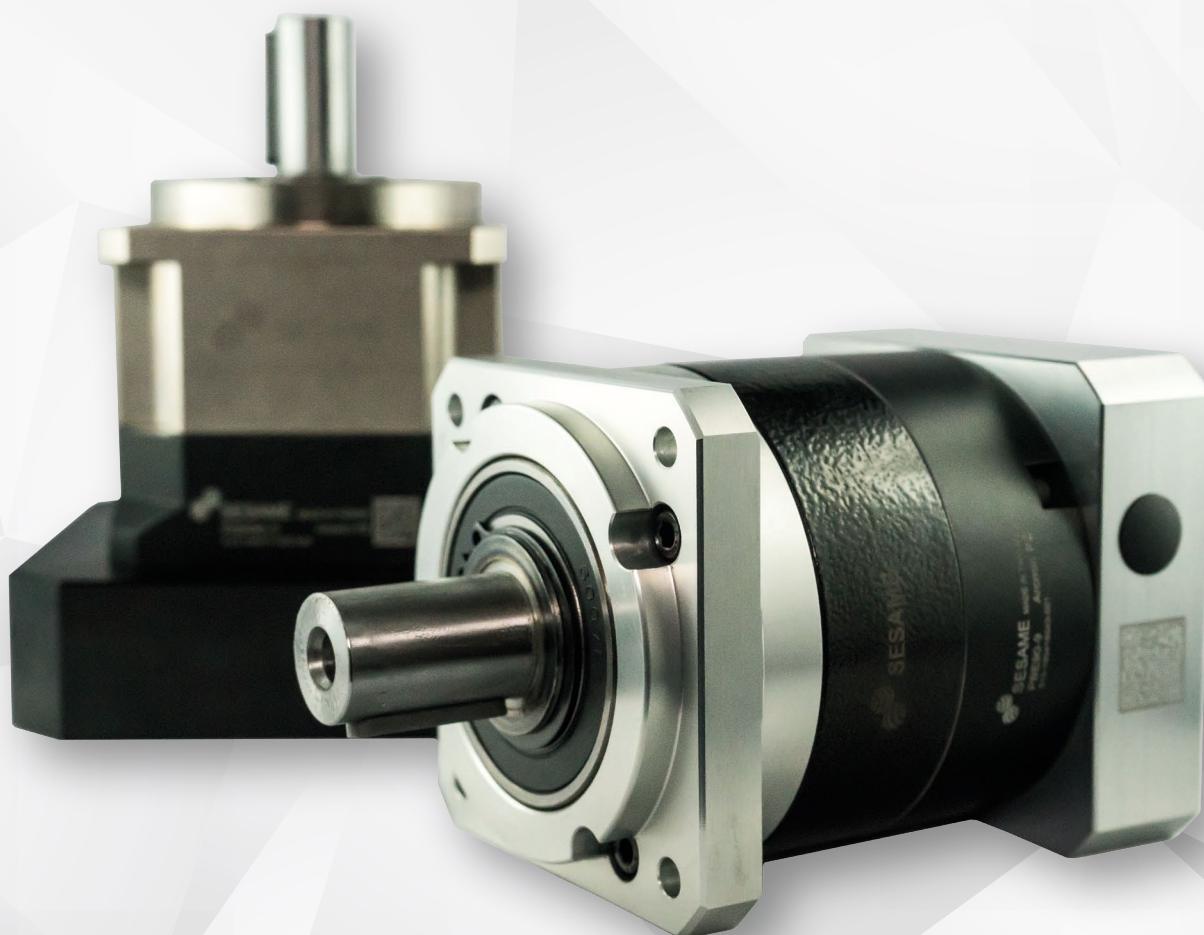
Cena: 10,80 zł  
(w tym 8% VAT)

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

**www.multiprojekt.pl**

**MulliProjekt®**

**WSPIERAMY TWÓJ BIZNES**



**Przeczytaj artykuł** na stronie 12 i dowiedz się, w jaki sposób dobrać przekładnię planetarną do Twojej aplikacji.

AUTOMATYKA | MECHANIKA | STEROWANIE | NAPĘDY | TECHNIKA LINIOWA | SZKOLENIA | DORADZTWO TECHNICZNE

**www.multiprojekt.pl | info@multiprojekt.pl**

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (237) Styczeń	<b>PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektywność w górnictwie</li> <li>• Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Monitoring i systemy sterowania</li> <li>• Utrzymanie ruchu</li> <li>• Automatyzacja transportu szynowego</li> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Napędy</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> </ul>
2 (238) Luty	<b>AUTOMATYZACJA PRODUKCJI EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo sieci przemysłowych</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Hydraulika siłowa</li> </ul>
3 (239) Marzec	<b>AUTOMATYKA I ROBOTYKA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Roboty przemysłowe</li> <li>• Termowizja</li> <li>• Aparatura kontrolno-pomiarowa</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> </ul>
4 (240) Kwiecień	<b>BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydraulika w technice mobilnej</li> <li>• Sterowanie procesami</li> <li>• Efektywność energetyczna</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych</li> <li>• Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji</li> <li>• Przesył energii</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>
5 (241) Maj	<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 (IIoT - Industrial Internet of Things)</li> </ul>
6 (242) Czerwiec	<b>PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0</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>
7/8 (243/244) Lipiec/sierpień	<b>SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligentne układy zasilania, sterowania</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Silniki elektryczne</li> <li>• Transformatory</li> </ul>
9 (245) Wrzesień	<b>AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Automatyka w przemyśle maszynowym</li> <li>• Układy regulacji automatycznej</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Komponenty do produkcji oraz systemy dla przemysłu</li> </ul>
10 (246) Październik	<b>HYDRAULIKA, PNEUMATYKA I STEROWANIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <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> </ul>
11 (247) Listopad	<b>AUTOMATYZACJA PRODUKCJI</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> <li>• Roboty przemysłowe</li> <li>• Sterowniki PLC i systemy sterowania</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Innowacje wod.-kan.</li> </ul>
12 (248) Grudzień	<b>CYFRYZACJA W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Napędy elektryczne i hydrauliczne</li> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>

**Adres redakcji:**

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

**Redaktor naczelna:** Katarzyna Zajac

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

**Redaguje Zespół:** Katarzyna Zajac, Ludmiła Urbińska,  
Ryszard Klencz

**Redaktor statystyczny:** Ludmiła Urbińska

tel./fax 32 755 23 23 • e-mail: nis@drukart.pl

**Redakcja techniczna:** Grzegorz Drobny

tel. 32 755 23 18 • e-mail: redakcja.tech@drukart.pl

**Marketing:**

Ester Krauze  
tel./fax 32 755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl  
Agnieszka Gutowska  
tel./fax 32 755 24 55 • e-mail: marketing7@drukart.pl

**Dział prenumerat:** Norbert Klencz

tel./fax 32 755 15 74 • e-mail: prenumerata@drukart.pl

**Podstawowa korekta tekstu:** Marta Chamów

**Rada Programowa:**

- prof. zw. dr hab. inż. Waław 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 inż. Grzegorz Karoń
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski
- prof. zw. dr hab. inż. Adam Klich
- 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. Waław 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 publikacje 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 piśmenną redakcji.

Redakcja deklaruje, że pierwotną wersją wydawanego miesięcznika „Napędy i Sterowanie” jest wersja drukowana (papierowa).

„Wydarzenia” wybrano z materiałów prasowych firm.

## Szanowni Państwo!

Wyborczy populizm służy raczej zdobyciu władzy lub jej utrzymaniu, niż chęci przeprowadzenia rewolucyjnych zmian, które mogłyby tej władzy pozbawić. Wiele poważnych deklaracji złożono również podczas ostatnich wyborów. Z pewnością więc z wielką uwagą będziemy śledzić poczynania partii rządzącej i jej determinacji w realizacji śmiałych haseł wyborczych. Mam na myśli szczególnie te, które wpływać mają na utrzymanie stabilnego wzrostu gospodarczego.

Dziś bowiem wymagania wobec przedsiębiorstw produkcyjnych stale rosną i rynek wymaga od producentów elastycznych procesów produkcyjnych. Wpływają na nie globalna konkurencja, rewolucja cyfrowa, brak specjalistów na rynku pracy, wzrost kosztów wynagrodzeń, surowe wymogi BHP oraz oczekiwania klientów związane z produkcją towarów. Rozwiązaniem jest automatyzacja produkcji poprzez zastosowanie maszyn i nowoczesnych technologii.

Taką potrzebę zwiększenia nakładów na badania i rozwój oraz automatyzację widzą również zakłady w Polsce. Jak poinformowało w ostatnim komunikacie Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii: „Nakłady wewnętrzne na prace badawczo-rozwojowe (GERD) wyniosły w 2018 r. 25,5 mld zł i wzrosły w stosunku do poprzedniego roku o 24,6 procent”. Wskaźnik intensywności prac B+R wyniósł 1,21 procent i był to największy wzrost w ciągu ostatnich lat. To dowód na to, że polska gospodarka przeistacza się w gospodarkę coraz bardziej innowacyjną, a przedsiębiorstwa widzą coraz większą potrzebę inwestowania.

Według ekspertów Polskiego Instytutu Ekonomicznego, proces automatyzacji i robotyzacji gospodarki może istotnie wpłynąć na rynek pracy w Polsce, a wpływ ten będzie z różną intensywnością odczuwany w różnych grupach społecznych. Najbardziej narażone na zmiany wynikające z robotyzacji są sektory przetwórstwa przemysłowego i budownictwa, gdzie mężczyźni stanowią większość pracujących. Potencjał automatyzacji jest największy na stanowiskach, które w największym stopniu bazują na czynnościach rutynowych.

Z drugiej strony, zmiany w podejściu do procesu automatyzacji w polskim przemyśle wynikają również z badania firmy doradczej Deloitte „Automation with intelligence”. Specjaliści zauważają, że rodzime przedsiębiorstwa zaczynają przełamywać bariery, które utrudniały im wdrażanie automatyzacji na dużą skalę, i patrzą na te rozwiązania jak na proces, który powinien dotyczyć całej organizacji. To krok w dobrą stronę, bo jak szacują eksperci Deloitte, w ciągu trzech lat automatyzacja może zapewnić średnie obniżenie kosztów o 22%.

Firmy biorące udział w badaniu same przyznają: „Nie mieliśmy racji co do robotów. Wydawało się nam, że roboty tylko czyhają, aby odebrać ludziom pracę, a rozwój sztucznej inteligencji dodatkowo pogarsza sytuację. Tymczasem wszystkie uprzedzenia należy odłożyć na bok. Roboty, zwłaszcza te myślące, powinniśmy bez obaw i z otwartymi ramionami przyjąć w nasze biznesowe szeregi i rozwijać zakres ich działań dzięki inteligentnej automatyzacji”. Miejmy nadzieję, że ten trend utrzyma się jak najdłużej.

Zapraszam Państwa do lektury tych publikacji, które tylko potwierdzają, że osiągnięcia w tak ważnej sferze, jaką jest przemysł, stały się faktem, a światowe rozwiązania techniki są również dla nas obecnie zwykłą niezwykłą codziennością.

Zachęcam do lektury

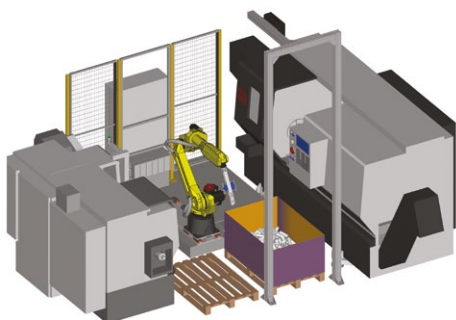
Katarzyna Zajac

Redaktor naczelna

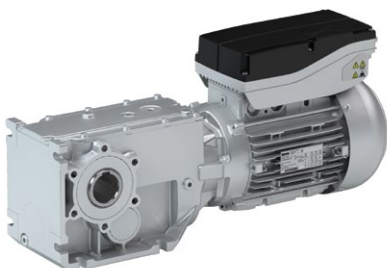




**Str. 12**  
Przekładnie planetarne Sesame



**Str. 14**  
Zagrajmy w bierki, czyli systemy wizyjne oczami robota



**Str. 20**  
Inteligentne rozwiązanie dla technologii transportu materiałów



**Str. 24**  
Napędy sterowane przez stację meteorologiczną i algorytm



**Str. 26**  
Nowa platforma DC: Interroll przedstawia innowacyjne rozwiązanie napędowe

## CO W NUMERZE

- 6 Nowości techniczne
- 92 Biblioteka

## Nauka

- 48 Konstrukcja adaptera dielektrycznego do klucza nasadowego  
E. Cyganik
- 52 Wyznaczenie zalecanego minimalnego natężenia przepływu czynnika chłodzącego dla układu chłodzenia silnika elektrycznego do zabudowy w kole  
B. Będkowski, J. Madej
- 60 Korzyści z zastosowania silnika synchronicznego wzbudzanego magnesami trwałymi o rozruchu bezpośrednim zamiast silnika asynchronicznego synchronizowanego  
A. Gozdowiak, S. Lipiński
- 67 Badania trójfazowego silnika reluktancyjnego przełączalnego 6/4  
G. Podskarbi, M. Korkosz
- 72 Metody zabezpieczania turbin wodnych od rozbiegu  
H. Minkiewicz, D. Pastwa
- 76 Wpływ struktury mikrowypełniaczy krzemionkowych i ich synergicznych mieszanin na właściwości elektryczne i mechaniczne kompozytów epoksydowych  
H. Brzeziński, L. Górecki, A. Halama, E. Kolasińska, J. Warycha
- 80 Zrobotyzowane procesy spawania łukowego  
W. Kaczmarek, J. Panasiuk, *Robotyzacja procesów produkcyjnych*, PWN
- 85 Zrobotyzowane procesy zgrzewania  
W. Kaczmarek, J. Panasiuk, *Robotyzacja procesów produkcyjnych*, PWN

## Technologie i produkty

- 12 **TEMAT Z OKŁADKI:** Przekładnie planetarne Sesame  
D. Rybiński - MULTIPROJEKT
- 13 **TEMAT Z OKŁADKI:** Na co warto zwrócić uwagę, wybierając przekładnie?  
MULTIPROJEKT
- 14 **TEMAT Z OKŁADKI:** Zagrajmy w bierki, czyli systemy wizyjne oczami robota  
Roboty Przemysłowe Sp. z o.o.
- 17 EtherNet/IP™ Linking Devices  
Elmark Automatyka SA
- 19 Swobodnie programowalne wyświetlacze z komunikacją Ethernet. LD120/LD240  
M. Świetliński - SEM
- 19 Liniały magnetyczne  
Kubler Sp. z o.o.
- 20 Właściwy napęd dla zmniejszenia złożoności prac inżynierskich i poprawy wydajności energetycznej. Inteligentne rozwiązanie dla technologii transportu materiałów  
Lenze Polska Sp. z o.o.
- 22 Innowacje w branży maszyn pakujących  
RADPAK Fabryka Maszyn Pakujących Sp. z o.o.
- 24 Napędy sterowane przez stację meteorologiczną i algorytm  
NORD Napędy Sp. z o.o.



**Str. 28**  
IO-Link od Murrelektronik.  
IO-Link ułatwia instalację

- 26 **Nowa platforma DC: Interroll przedstawia innowacyjne rozwiązanie napędowe**  
INTERROLL Polska Sp. z o.o.
- 28 **IO-Link od Murrelektronik. IO-Link ułatwia instalację**  
A. Hornauer - Murrelektronik Sp. z o.o.
- 31 **Klucz zwiększa bezpieczeństwo - pokrętła z kluczem firmy KIPP**  
KIPP POLSKA Sp. z o.o.
- 33 **Przełączniki PowerFlex® 755T marki Allen-Bradley**  
T. Depta - RACcontrols Sp. z o.o.
- 35 **Enkoder liniowy w obudowie ze stali nierdzewnej serii RLI 4300 firmy LeineLinde**  
TERM Tomasz Sobczak
- 37 **MONITOUCH seria TECHNO SHOT TS2000 - ekonomiczne rozwiązania dla aplikacji przemysłowych**  
D. Sybilski - Amtek



**Str. 31**  
Klucz zwiększa bezpieczeństwo - pokrętła z kluczem firmy KIPP

## Informacje branżowe

- 16 **Korekty finansowe w projektach unijnych**  
M. Osińska
- 18 **Konkurs Targowy rozstrzygnięty!**
- 30 **KOMPOZYT-EXPO® - misja, biznes, rozwój od dziesięciu lat!**
- 32 **TOOLEX - niezawodne narzędzie w biznesie**
- 36 **Roboty stworzone do współpracy - Forum Cobotyki 2019**
- 38 **TRAKO 2019 - wydarzenie w skali europejskiej**  
R. Klencz
- 42 **PESA Bydgoszcz na TRAKO 2019 - z doświadczeniem w przyszłość**
- 43 **Konferencja Elgor 2019 za nami.**  
Rozmawiano o przyszłości górnictwa odkrywkowego w Polsce
- 44 **KOMTECH-IMTech 2019**



**Str. 35**  
Enkoder liniowy w obudowie ze stali nierdzewnej serii RLI 4300 firmy LeineLinde



**Str. 37**  
MONITOUCH seria TECHNOSHOT TS2000 - ekonomiczne rozwiązania dla aplikacji przemysłowych

## Indeks reklam

▷ ABUS Crane Systems Polska .....	69	▷ „MALINEX” RYSZARD MALINOWSKI .....	49
▷ Amtek .....	37	▷ MS-CONSULTING .....	16
▷ Automaticon 2020 .....	61	▷ MULTIPROJEKT .....	1, 7
▷ Automation24 .....	11	▷ Murrelektronik .....	29
▷ Befared .....	47	▷ NORD Napędy .....	9, 25
▷ Cantoni GROUP .....	55	▷ Nowimex .....	10, 65
▷ ELHAND Transformatory .....	7	▷ Phoenix Contact .....	8
▷ Elmark Automatyka .....	17	▷ RACcontrols .....	8, 33
▷ FAULHABER .....	51	▷ RADPAK Fabryka Maszyn Pakujących .....	8, 23
▷ FLUID POWER .....	75	▷ Roboty Przemysłowe .....	9, 96
▷ INTERROLL Polska .....	27	▷ Robotyka.com .....	79
▷ IOW TRADE .....	63	▷ SANYU Sobczak .....	35
▷ KAMENA DRIVES .....	9	▷ SCHUNK Intec .....	7
▷ KIPP .....	31	▷ SEM .....	6, 19
▷ Kubler .....	6, 19	▷ STAUFF Polska .....	53
▷ Lenze Polska .....	6, 21	▷ STEINLEN Polska .....	57

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### SDP – język programowania wyświetlaczy alfanumerycznych

Firma SEM wprowadza nowe oprogramowanie do wyświetlaczy przemysłowych LD120/LD240 z komunikacją Ethernet. LD120/LD240 są swobodnie programowalne i mogą być wykorzystywane do wyświetlania informacji albo danych w formie tabel, w przemyśle lub informacji publicznej. Nowością jest otwarty, prosty język programowania SDP, oparty na znacznikach, wykorzystywany do komunikacji z protokołem TCP/IP. Język SDP pozwala w pełni panować nad sposobem prezentacji tekstu, dzięki czemu powierzchnia ekranu może mieć postać wielowierszowej tabeli zawierającej komórki o różnych rozmiarach, z tekstem różnej wielkości i różnych kolorach. Przykładowe polecenia w języku SDP: `<text>Wyświetl mnie</>` – zapis tekstu, `<font>bold7px</>` – wybór fontu. Podobnie sformułowane są polecenia podziału ekranu na sektory, dzięki czemu można dynamicznie zmieniać podział ekranu. Zapis: `<colstart>1</>`, `<colend>64</>`, `<rowstart>1</>`, `<rowend>7</>` oznacza koordynaty sektora, w którym znajdzie się tekst użytkownika. Podane liczby odpowiadają pikselom matrycy LED. Pakiety TCP/IP z danymi do wyświetlaczy można wysłać z dowolnego urządzenia lub aplikacji i mogą być tworzone w dowolnym języku programowania.



SEM

www.sem.pl

### Nowy przemiennik częstotliwości serwo i950: to więcej niż zwykłe serwo

Nowy i950 łączy nowoczesną technologię sterowania silnikami serwo z systemami automatyki. Wykorzystuje najnowocześniejsze środowiska programistyczne, nie tylko usprawniając pracę inżynierom, ale także skutecznie skracając przestoje oraz zmniejszając koszty konserwacji i wymiany produktu. Inteligentny przemiennik i950 ma moc obliczeniową i zintegrowany port EtherCAT, umożliwiającą pracę w systemach synchronicznego sterowania wieloma osiami z dużą prędkością, wykonując wiele złożonych zadań. i950 jest dostosowany do każdego scenariusza operacyjnego dzięki trzem różnym trybom działania. Może być dowolnie programowany lub służyć jako napęd pracujący pod kontrolą ruchu w standardzie CiA402. Jednak najpowszechniejszym trybem pracy będzie bez wątpienia zastosowanie zintegrowanych aplikacji wykorzystującej moduły FAST.



FAST Application Software to moduły technologiczne reprezentujące szeroki zakres funkcji, których nie trzeba samodzielnie programować – zamiast tego, aby móc z nich korzystać, wystarczy

ustawić ich parametry za pomocą bezpłatnego, intuicyjnego programu EasyStarter. Dzięki temu i950 jest przyjazny dla użytkownika, a jego uruchomienie może bez problemu zostać przejęte przez kadrę techniczną.

Przemiennik i950 to również odpowiedź Lenze na wyzwania Przemysłu 4.0. Inteligentna komunikacja pozwala na wymianę danych w czasie rzeczywistym, ich gromadzenie oraz analizę za pomocą kompatybilnych rozwiązań chmurowych Lenze: x500 oraz x4 Remote.

Lenze Polska Sp. z o.o.

www.lenze.pl

### Wielofunkcyjny licznik nastawny 571T

Firma Fritz Kübler GmbH opracowała wielofunkcyjny i dotykowy licznik nastawny 571T. Urządzenie to niezawodnie nadzoruje pracę innych urządzeń, jest łatwe w obsłudze i czytelne. Dzięki maksymalnej częstotliwości do 250 kHz jest idealne do szybkiego zliczania impulsów. Może być również używane jako tachometr, miernik czasu krótkiego, stop-watch lub do pomiaru czasów cyklu maszynowego lub czasów przebiegu, jak również licznych funkcji liczenia i stopera. To urządzenie jest w stanie wykonać praktycznie wszystkie zadania zliczania, pomiaru i sterowania m.in. dzięki opcjom wyjścia licznika (4 wartości graniczne, 2 wyjścia przekaźnikowe, wyjście analogowe i interfejs RS232 lub RS485) oraz zasilaniu AC i DC w jednym urządzeniu.



Zalety:

- dowolnie programowalny;
- duży trójkolorowy ekran dotykowy z 8-cyfrową wartością wyświetlania i programowaniem poprzez dotykową klawiaturę licznika;
- wyświetlanie linearyzacji z funkcją nauczania;
- 4 wyjścia przełączające do pracy jako wartości graniczne (czas reakcji <1 ms), które można zaprogramować jako preset śledzenia;
- 2 wyjścia przekaźnikowe, które można przypisać do wartości granicznych;
- skalowalne wyjście analogowe (czas reakcji <1 ms), rozdzielczość 16 bitów, od -10 do +10 V, od 0 do 20 mA lub od 4 do 20 mA;
- szeregowy interfejs RS232 lub RS485 do odczytu i odbioru danych;
- zasilanie czujnika 24 V DC/150 mA (wersja AC) lub UB – 1 V/maks. 250 mA (wersja DC);
- obudowa DIN 96 × 48 mm, IP65.

Kubler Sp. z o.o.

www.kubler.pl

## NOWOŚCI TECHNICZNE

**iR-PU01-p – nowy moduł w rodzinie rozproszonych we/wy**

Moduł iR-PU01-P służy do sterowania silnikami krokowymi lub serwo (jedna oś). Wyjściowa informacja o ruchu ma postać sygnałów krok/kierunek o wysokiej częstotliwości (do 2 MHz). Mamy pełną kontrolę nad takimi parametrami, jak przyspieszenie, opóźnienie, prędkość, przemieszczenie absolutne i relatywne. Posiada też wejście dla enkoderów lub zadajników kołowych.



Moduł współpracuje z każdym z adapterów komunikacyjnych serii iR: Ethercat, Modbus, CANopen. Można do nich podłączyć maksymalnie cztery takie moduły.

Dla ułatwienia sterowania ruchem w środowisku CodeSys powstał bloczek funkcyjny zgodny ze standardem PLCopen i Ci402. Dla przypomnienia – niektóre panele Weintek można programować właśnie w CodeSys.

**MULTIPROJEKT**  
[www.multiprojekt.pl](http://www.multiprojekt.pl)

**Chwytnik SCHUNK Co-act EGL-C**

Chwytnik SCHUNK Co-act EGL-C to kamień milowy na drodze do kompleksowej współpracy człowieka z robotem. Zapewnia on siłę chwytania do 450 N i 42,5 cm skok na palec. Inteligentny chwytnik nadaje się do przenoszenia detali o masie do 2,25 kg i może być wykorzystywany w rozmaitych zastosowaniach. Podczas gdy siła chwytania oferowanych dotychczas chwytników SCHUNK z certyfikatem DGUV wynosiła do 140 N na palec, za sprawą chwytników Co-act EGL-C SCHUNK wkracza do nowej kategorii komponentów, otwierając możliwość wykorzystania potencjału współpracy człowieka z robotem do przenoszenia większych części przeznaczonych do montażu. Co-act EGL-C wyposażono w układ połączonego pomiaru siły i przemieszczenia, aby mimo dużej siły chwytania nie wykraczał poza wartości graniczne określone w normie ISO/TS 15066. Szczęki do pomiaru siły oraz enkodery inkrementalne wbudowane w szczęki bazowe stale monitorują siłę chwytania oraz położenie poszczególnych palców chwytaka. Aby współpraca z użytkownikiem przebiegała sprawnie i intuicyjnie, chwytnik został wyposażony w diody LED, wykorzystywane do sygnalizowania statusu modułu. Chwytnikiem SCHUNK Co-act EGL-C można sterować i obsługiwać go poprzez magistrale PROFINET, EtherCAT, EtherNet/IP, Modbus/TCP lub TCP/IP. Rozwiązanie zapewniające oszczędność przestrzeni – wszystkie elektroniczne układy sterowania i regulacji są zamontowane wewnątrz obudowy – umożliwia wykorzystanie



urządzenia w sposób zdecentralizowany. Praca w warunkach napięcia roboczego 24 V DC umożliwia zastosowania mobilne. Stabilne prowadnice i bezszczotkowe serwomotory zapewniają wysoki poziom stabilności oraz długotrwałą i niezawodną pracę przy minimalnych kosztach konserwacji.

**SCHUNK Intec Sp. z o.o.**  
[www.pl.schunk.com](http://www.pl.schunk.com)

**Nowość w ofercie ELHAND TRANSFORMATORY**

Firma ELHAND TRANSFORMATORY z Lublińca, jako pierwszy polski producent elementów magnetycznych, wprowadziła do swojej oferty transformatory certyfikowane przez amerykańską jednostkę badawczą Underwriters Laboratories (UL). Zgodność z odpowiednimi normami potwierdzona umieszczeniem znaku UL na tabliczce znamionowej jest często warunkiem dopuszczenia wyrobu do użycia na rynkach amerykańskim i kanadyjskim. Dostępność transformatorów zgodnych z wymogami UL w ofercie firmy ELHAND TRANSFORMATORY umożliwi polskim producentom wyposażanie urządzeń przeznaczonych na te rynki w transformatory produkcji krajowej.



Transformatory jednofazowe ET1UF:

- grupa wyrobów według UL: XPTQ2, XPTQ8;
- UL file: E498730;
- zgodność z normami: UL 5085-1, UL 5085-2, PN-EN 61558-2-4;
- moc znamionowa: 50–1000 VA;
- napięcie pierwotne: 100–600 V (maksymalnie 10 odczepów);
- napięcie wtórne: 24–600 V (maksymalnie 3 uzwojenia wtórne);
- częstotliwość: 50/60 Hz;
- klasa izolacji: 155(F);
- stopień ochrony: IP00.

Transformatory trójfazowe ET3SUH:

- grupa wyrobów według UL: XQNX2, XQNX8;
- UL file: E494157;
- zgodność z normami: UL 1561, PN-EN 60076-11;
- moc znamionowa: 5–80 kVA;
- napięcie pierwotne: 100–600 V (maksymalnie 2 odczepy);
- napięcie wtórne: 100–600 V;
- materiał uzwojeń: miedź lub aluminium;
- częstotliwość: 50/60 Hz;
- klasa izolacji: 180(H);
- stopień ochrony: IP00.

W przypadku zapotrzebowania na urządzenie oznakowane symbolem UL inne niż transformatory opisane powyżej, firma ELHAND TRANSFORMATORY ma możliwość wykonania każdego wyrobu ze swojej oferty z wykorzystaniem systemu izolacji zgodnego z normą UL 1446 i oznakowania go numerem UL file E307997.

**ELHAND Transformatory Sp. z o.o.**  
[www.elhand.pl](http://www.elhand.pl)

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Idealna transmisja bez zakłóceń dzięki ethernetowym konwerterom mediów

Nowy konwerter mediów FL MC EF 660 SCRJ firmy Phoenix Contact zapewnia stosowanie opłacalnej technologii polimerowej HCS/PCF.



Optyczna transmisja danych przez światłowód jest wolna od zakłóceń elektromagnetycznych i zapewnia podczas transmisji pełną izolację elektryczną. Jest to szczególnie ważne dla aplikacji Ethernet.

Specjalnie zaprojektowane dla PROFINET złącze SC-RJ umożliwia łatwy samodzielny montaż bez specjalistycznej wiedzy. Urządzenia światłowodowe pod względem transmisji mają krótki czas opóźnienia wynoszący 60 ns. Jest to szczególnie korzystne dla protokołów Ethernet o krytycznym znaczeniu czasowym. Oprócz licznych diod diagnostycznych konwertery mediów posiadają funkcję LFPT (*Link Fault Pass Through*). Zapewnia to stałe i spójne monitorowanie połączenia. Jeśli połączenie zostanie utracone, mechanizmy redundantne mogą zostać aktywowane natychmiast. Zintegrowana diagnostyka światłowodowa stale wskazuje moc odbiorczą za pomocą wykresu słupkowego LED. Ponadto uszkodzone włókno lub przypadek, w którym osiągnięto rezerwę systemową, można odczytać za pomocą dwóch wyjść przełączających.

Phoenix Contact Sp. z o.o.  
www.phoenixcontact.pl

### Przebiegnienniki PowerFlex 755TM

Przebiegnienniki PowerFlex 755TM reprezentują najbardziej zaawansowaną serię przebiegnienników z rodziny PowerFlex 750. Są one oferowane w zakresie mocy 200–2300 kW i zasilane napięciem z zakresu 400–690 V AC (kilka podzakresów). Model ten łączy w sobie najbardziej rozbudowane rozwiązania stosowane w przebiegniennikach częstotliwości, takie jak: wbudowany filtr wyższych harmonicznych typu LCL, prostownik typu AFE (możliwość zwrotu energii) oraz połączenie modułów mocy przebiegniennika za pomocą szyny DC (możliwość bezpośredniej wymiany energii pomiędzy poszczególnymi modułami mocy). Przebiegnienniki tej serii oferowane są w kilku wersjach obudowy: IP00, IP21 oraz IP54.



Zaawansowane funkcje aplikacyjne to kolejna z cech charakterystycznych przebiegnienników serii PowerFlex 755TM. Jedną z funkcji jest strojenie adaptacyjne, za pomocą którego przebiegniennik jest w stanie m.in. wyłumić rezonans mechaniczny. Z kolei funkcja

obserwacji zmian obciążenia silnika pomaga skrócić czas rozruchu i umożliwia lepsze dopasowanie przebiegniennika do obciążenia. Ponadto układ monitorowania szyny DC informuje o potencjalnych problemach związanych z kondensatorami, zwiększając tym samym czas bezawaryjnej pracy przebiegniennika.

Nowoczesna i przemyślana konstrukcja, zaawansowane funkcje aplikacyjne, szereg mechanizmów zabezpieczających oraz ułatwiających uruchomienie przebiegniennika, a także najwyższa niezawodność sprawiają, iż przebiegnienniki serii PowerFlex 755TM stanowią najlepsze rozwiązanie dedykowane do najbardziej wymagających aplikacji napędowych.

RAControls Sp. z o.o.  
www.racontrols.pl

### RP-100HV

RP-100HV to urządzenie przeznaczone do kartonowania zbiorczego, wyposażone w hybrydowy manipulator wieloosiowy z podwójną obrotnicą horyzontalną, które służy do zautomatyzowanego procesu pakowania różnego rodzaju produktów w opakowaniach jednostkowych typu DOY-PACK do kartonów typu 0201 oraz 0202 według katalogu FEFCO.



Do urządzenia podawane są uformowane kartony zbiorcze. Następnie kierowane są na jedno ze stanowisk załadowniczych. Na pierwszym stanowisku torby pakowane są w pozycji poziomej.

Na drugim stanowisku torby układane są w kartonach w pionie. Torby dostarczane są do przenośnika indeksowego systemem przenośników wstrzeliwujących. Na przenośniku indeksowym formowane są odpowiednie grupy produktu, dostarczane następnie do stacji pakowania. W dalszej kolejności grupy toreb chwymane są ssawkami podciśnieniowymi i przenoszone do kartonów zbiorczych.

Przeprowadzone prace badawczo-rozwojowe pozwoliły na opracowanie urządzenia o wysokiej wydajności i uniwersalności. RP-100HV pozwala na pakowanie zróżnicowanych produktów z wydajnościami wyższymi niż konkurencyjne urządzenia.

Dzięki zastosowanym rozwiązaniom (podwójny chwytak z obrotnicą oraz dwa stanowiska pakowania) urządzenie RP-100HV pozwala na realizację procesu pakowania zbiorczego na znacznie mniejszej powierzchni niż produkty konkurencji. Zastosowanie podwójnego chwytaka pozwala na uzyskiwanie znacznie wyższych wydajności niż oferuje konkurencja. Zastosowany w urządzeniu manipulator dwuosiowy charakteryzuje się znacznie niższym kosztem zakupu oraz eksploatacji niż konkurencyjne urządzenia zrobotyzowane.

RADPAK Fabryka Maszyn Pakujących Sp. z o.o.  
www.radpak.pl



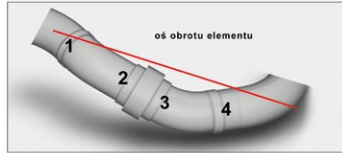
## NOWOŚCI TECHNICZNE

**Nowa aplikacja do zrobotyzowanego spawania elementów rurowych z niedopasowanymi brzegami**

Robotyzacja spawania elementów rurowych o nieregularnym kształcie (np. rur wydechowych czy elementów instalacji) niesie ze sobą kilka specyficznych problemów. Pierwszym jest trudność w pozycjonowaniu tak nieregularnych elementów przy użyciu standardowych obrotników tak, aby zapewnić korzystny kierunek wykonywania spoin. Drugim są duże niedopasowania zauważalne na etapie składania elementów do spawania. Obserwowane niedokładności w procesie ręcznym korygowane są przez spawacza, używającego zazwyczaj metody TIG z dodaniem materiału dodatkowego. Tam, gdzie szczelina pomiędzy brzegami się poszerza, odpowiednio zwiększana jest ilość dodawanego spoiwa. Jest to proces powolny, a jego rezultaty zależą ściśle od umiejętności spawacza. Jednak z punktu widzenia aplikacji zrobotyzowanej są to warunki wykluczające robotyzację procesu TIG.

W odpowiedzi na zapytania klientów firma Roboty Przemysłowe – integrator stanowisk zrobotyzowanych i automatyki przemysłowej – stworzyła zrobotyzowaną aplikację do spawania elementów rurowych. Na nowym stanowisku metodę ręczną TIG zamieniono na przeprogramowany MIG CMT. Technologię tę połączono z obrotnikiem wieloosiowym 5L. Aplikacja spawa z ponad trzykrotnie wyższą prędkością w porównaniu do ręcznego TIG-a, przy jednoczesnym uzyskaniu dobrych jakościowo spoin. Pozwala to zaoferować producentom elementów rurowych praktyczne i opłacalne rozwiązanie do spawania zrobotyzowanego.

**Roboty Przemysłowe Sp. z o.o.**  
[www.RobotyPrzemyslowe.pl](http://www.RobotyPrzemyslowe.pl)

**Bezpieczne, niezawodne i wszechstronne: przekładnie z kołnierzem wyłaczarki**

Dla cięższej eksploatacji NORD DRIVESYSTEMS rozszerza modułową przekładnię przemysłową o kołnierze do wyłaczarki. Kołnierze można dostosować dla łatwego montażu do niemal wszystkich wymiarów montażowych.

Dla wymiaru przekładni przemysłowych od 5 do 11 o znamionowym momencie obrotowym od 15 kNm do 80 kNm NORD oferuje kilka wersji kołnierza wyłaczarki. Dzięki dużym łożyskom oporowym można zapewnić bezpieczne kompensowanie sił i długą



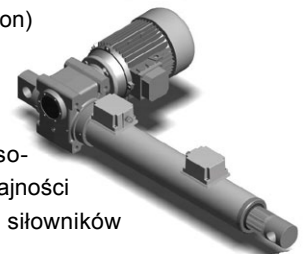
trwałość eksploatacyjną. Kołnierze wyłaczarki umożliwiają zakładom konstrukcyjnym i zakładom przetwórstwa tworzyw sztucznych uzyskanie napędów, które cechują bezpieczeństwo, niezawodność i wszechstronność na wysokim poziomie. Oferta przekładni przemysłowych Grupy NORD zapewnia szeroki zakres opcji dla wałów napędzających i napędzanych, pozycji montażowych, uszczelnień i monitorowania temperatury.

**NORD Napędy Sp. z o.o.**  
[www.nord.com](http://www.nord.com)

**HRS – nowa seria siłowników elektrycznych MecVel do 20 ton!**

- HRS50 – do 50 000 N (ok. 5 ton)
- HRS100 – do 100 000 N (ok. 10 ton)
- HRS200 – do 200 000 N (ok. 20 ton)

Jak połączyć najwyższą siłę dźwigniową śrubowych z wysokimi standardami w zakresie wydajności i bezpieczeństwa elektrycznych siłowników liniowych?



Dział konstrukcyjny MecVel opracował nową serię, mającą dać odpowiedź na to zapotrzebowanie. Są to siłowniki oznaczone skrótem HRS. Standardowa konstrukcja podnośnika śrubowego została dostosowana do typowych liniowych elementów prowadzących stosowanych w siłownikach. Zapewnia to niski współczynnik tarcia i wyjątkową sztywność urządzenia i niski poziom hałasu. Jak wszystkie siłowniki MecVel, również seria HRS odznacza się dużą elastycznością i wieloma opcjami konfiguracyjnymi.

Linia HRS została stworzona w szczególności dla przemysłu ciężkiego (huty, elektrownie, kopalnie itd.), gdzie panują trudne warunki (wibracje, zapylenie, wilgotność, temperatura).

Siłowniki HRS są też idealne do zastosowań na zewnątrz, w skrajnych warunkach środowiskowych i klimatycznych. Typowym zastosowaniem są elektrownie słoneczne i zestawy anten. Pojedynczy siłownik HRS może jednocześnie pozycjonować względem słońca kilka lub kilkanaście paneli połączonych mechanicznie. W tym celu zaprojektowano siłownik HRS o prędkości tylko 2 mm/s.

Siłowniki HRS znalazły się w grupie Eco Friendly, czyli siłowników zaprojektowanych z myślą o zastosowaniach w ekologicznych źródłach pozyskiwania energii.

**KAMENA DRIVES**  
[www.kamena-drives.pl](http://www.kamena-drives.pl)



## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Na mróz, śnieg i lód – KOMBITAST-R-JUWEL.

#### Technika na niskie temperatury

Od niedawna w programie firmy Schlegel jest nowa seria osprzętu na otwór 30 mm – KOMBITAST-R-JUWEL (KRJ).

Cały typoszereg KRJ został przetestowany w temperaturze do  $-40^{\circ}\text{C}$  i znakomicie nadaje się do wszelkich „zimnych” zastosowań, takich jak kolej, pojazdy specjalne (np. straży pożarnej), ale również autobusy, ciężarówki, chłodnie, wyciągi narciarskie, naśnieżarki czy statki pracujące w bardzo zimnych rejonach Ziemi.

Oczywiście sprawdzają się równie dobrze we wszystkich „normalnych” warunkach pracy, a szczególnie tam, gdzie potrzebna jest duża powierzchnia przycisku (26 mm) przy niskiej zabudowie



(2,7 mm) i eleganckim, lakierowanym w kolorze tytanowym, wyglądzie – potwierdza to nagroda IF DESIGN AWARD 2013. Połączenie wysokiej jakości technicznej i szczelności IP66/69K (zależnie od wersji) pozwala stosować je w bardzo wymagających aplikacjach.

Nowa seria ma wszystkie funkcje i opcje wcześniejszej wersji KOMBITAST-R: przyciski z sztyldzikami i podświetleniem, lampki, przełączniki wahliwe i obrotowe, stacyjki, przyciski grzybkowe i grzybki awaryjne (z i bez kryzy przeciwblokadowej). Akcesoria obejmują plombowane pokrywki przycisków oraz przezroczyste blokady przełączników obrotowych.

W zależności od potrzeb napędy mogą być wyposażone w modułowe zestawy z zaciskiem śrubowym (moduły M), zaciskiem Cage-Clamp\* (moduły D) i szybkowtykowym (moduły DS).

Nowimex

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

reklama

## Które wydanie jest dla Ciebie?

12/2019

**Cyfryzacja w przemyśle**  
**Automatyzacja transportu szynowego**

1/2020

**Przemysł 4.0**  
**Technologie 3D**

2/2020

**Automatyzacja produkcji**  
**Efektywność w energetyce**



# Automation24

One stop. Smart shop.

## Alternatywa dla mechanicznych przepływomierzy objętościowych!

Przepływomierz Vortex SV  
firmy ifm

[automation24.pl/przeplywomierze-vortex-sv](http://automation24.pl/przeplywomierze-vortex-sv)



- ✓ Oszczędność kosztów dzięki zintegrowanemu czujnikowi temperatury
- ✓ Łatwe odczyty dzięki elektronicznemu obracalnemu wielokolorowemu wyświetlaczowi
- ✓ Widoczność pomiarów dzięki możliwości zmiany koloru wyświetlacza na czerwony lub zielony
- ✓ Możliwość zastosowania do wody, nawet o bardzo niskiej przewodności (wody dejonizowanej)

W ofercie np.:  
Przepływomierz Vortex  
SV4200 - SVR12XXXIRKG/US-100  
Numer artykułu: 104749

**990,00 zł**



[www.automation24.pl](http://www.automation24.pl) – Twój sklep internetowy z automatyką renomowanych marek:




Szeroka oferta produktowa  
najlepszych marek



Najlepsza obsługa klienta  
służąca pomocą



Kompetentne wsparcie techniczne  
przez chat z technikami



Zawsze korzystne ceny  
już od pierwszej sztuki



Szybka dostawa  
w 24/48 godzin

Z przyjemnością doradzimy Ci osobiście!

**CZAT ON-LINE**



+48 (22) 439 65 00  
00800 24 2011 24 (bezpłatny)



info@automation24.pl



www.automation24.pl

# Przekładnie planetarne Sesame

Damian Rybiński

Prezycyjne przekładnie planetarne firmy Sesame w swoich zasobach mają ponad 20 różnych serii, dzięki czemu każdy może znaleźć coś dla siebie. Swoje zastosowanie znajdują w różnych gałęziach przemysłu, m.in.:

- obrabiarki CNC;
- maszyny do obróbki drewna;
- roboty przemysłowe;
- maszyny wymagające dużej precyzji pozycjonowania.

W ofercie znajdują się przekładnie z zębami posiadające helikalną konstrukcję ząbienia, zwiększającą powierzchnię styku zębów o ponad 30%. Konstrukcja ta redukuje luz obwodowy, a także zapewnia cichszą i płynniejszą pracę, dzięki czemu przekładnie działają bardziej precyzyjnie, zachowując wysoką efektywność oraz komfort pracy.

Dodatkowym atutem przekładni jest specjalistyczna obróbka kół zębatych. Koła poddawane są specjalnie do ich zastosowań przygotowanej obróbce cieplnej, mającej za zadanie zwiększenie wytrzymałości koła. Następnie przechodzą przez wyspecjalizowany proces szlifowania. Obie procedury obróbki kół zębatych przekładają się na większą odporność na ścieranie, wydłużoną żywotność i wysoką wytrzymałość na uderzenia, co w szeregu zastosowań pełni kluczową rolę przy wyborze tego typu przekładni.

W urządzeniach zastosowany został technologiczny system uszczelnień, zabezpieczający wnętrze przekładni przed kurzem i brudem. Dodatkowo wyposażone są w systemy uszczelnień, zapobiegające wyciekom oleju z przekładni.



Przekładnie ze stali nierdzewnej serii SGC i SGE



Przekładnia PGW

## Jakie nowości proponuje producent?

Są to m.in. przekładnie ze stali nierdzewnej serii SGC i SGE, które zostały opracowane do użytku w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, chemicznym, lotniczym, do zastosowań antymagnetycznych, czyli wszędzie tam, gdzie wymagana jest ochrona przed korozją. SGC i SGE to precyzyjnie wykonane przekładnie, zapewniające wyjątkową odporność na ciśnienie wody, wysoki poziom ochrony IP, odporność na wysoką temperaturę oraz przede wszystkim na korozję.

Kolejną nową serią, o której warto wspomnieć, jest seria przekładni planetarnych PGW z wydrążonym wałem wyjściowym. Główne cechy tej serii to:

- wbudowana przekładnia planetarna z mechanizmem zaciskowym o zerowym poślizgu;
- wydrążony wał wyjściowy i kołnierz gotowe do montażu ze śrubą kulową;
- precyzyjne wykonanie ze stali stopowej;
- współczynniki przełożenia do 1000:1;
- smarowanie na całe życie i uszczelnienie IP65;
- niski poziom hałasu, niskie wibracje, brak konieczności konserwacji w normalnych warunkach pracy.

Serie te są przeznaczone do mocowania liniowych układów napędowych siłownika w celu skrócenia długości układu napędowego. Dynamiczny, zrównoważony mechanizm mocowania kołnierza do siłownika i wału silnika zapewnia koncentryczność interfejsów oraz przenoszenie mocy przy zerowym poślizgu przy dużej prędkości. Wysokiej jakości przekładnie i komponenty są wykorzystywane do stworzenia zwartej i sztywnej jednostki z niskim luzem.

Obecnie producent oferuje ogromną gamę przekładni dostosowaną do wielu wymagań i warunków pracy. Przekładnie Sesame są cały czas udoskonalane technologicznie i z powodzeniem są stosowane w wielu firmach na całym świecie.

### Dobór odpowiedniej przekładni

Sesame na swojej stronie umożliwia dobór przekładni na podstawie marki lub na podstawie wymiarów silnika, który posiadamy. Wystarczy wybrać z listy silnik, jaki posiadamy, lub uzupełnić jego wymiary, następnie odszukać z listy wybraną przekładnię, a system sam wygeneruje nam rysunek całego układu: <https://www.sesamemotor.com.tw/en/sa>.

Zapraszamy również do kontaktu z doradcami firmy Multiprojekt w celu doboru idealnego rozwiązania, pasującego do aplikacji.

 Damian Rybiński, Doradca Techniczno-Handlowy



## Na co warto zwrócić uwagę, wybierając przekładnie?

**N**owe technologie i innowacyjne rozwiązania stają się ogromnym atutem produktów SESAME, rozbudowującego ofertę o kolejne serie przekładni planetarnych. Szeroka gama dostępnych przekładni – serie podstawowe, te mniej skomplikowane aplikacje, lecz wciąż zaskakujące niezawodnością i jakością wykonania, po serie z zębami helikalnymi, mniejszymi luzami oraz nowatorskimi rozwiązaniami, takimi jak wykonanie ze stali nierdzewnej, czy też z wydrążonym wałem na wyjściu.

Przy tak bogatej ofercie pojawia się pytanie, która z przekładni najlepiej sprawdzi się w danej aplikacji, a przy tym będzie również w adekwatnej cenie. Odpowiedź na te pytania znajdziemy poprzez opcję doboru przekładni na stronie producenta: <https://www.sesamemotor.com/en/>. Wyszukiwarka ta daje możliwość znalezienia przekładni według marki lub wymiarów danego silnika.

### Dobór przekładni według marki silnika

Dla przykładu dobierzmy przekładnie dla serwonapędu Estun z serii EMJ. Kiedy

wyberzymy z listy markę silnika i rodzaj, automatycznie wczytają nam się podstawowe parametry silnika.

Po wybraniu silnika zostaje nam wybrać przekładnię, rozmiar kołnierza oraz przełożenie. Automatycznie generuje nam się maksymalny dopuszczalny moment wyjściowy oraz nominalna wejściowa prędkość. W tym przykładzie wybierzmy przekładnię z serii PGL o rozmiarze 90 i przełożeniu 10.

Po wybraniu odpowiedniej serii przekładni i jej parametrów, automatycznie otrzymujemy zestawienie specyfikacji silnika i przekładni. Producent umożliwia również wygenerowanie rysunków 3D oraz rysunków 2D z pełnymi wymiarami. Dzięki temu w prosty sposób możemy dopasować przekładnie do swojego układu.

### Dobór przekładni według wymiarów silnika

Mimo że producent Sesame dysponuje ogromną bazą marek serwo-silników, istnieje szansa, że nie znajdziemy wybranego silnika na liście lub będziemy chcieli dobrać przekładnie do silnika krokowego. Brak marki naszego silnika

na stronie producenta nie oznacza, że nie możemy dobrać do niego przekładni. Producent umożliwia nam dobór przekładni na podstawie wymiarów silnika.

Istnieje możliwość wybrania dostępnych wymiarów zaproponowanych przez producenta z listy lub wpisania poszczególnych wymiarów silnika. Po zdefiniowaniu wszystkich parametrów należy wybrać prędkość silnika i moment obrotowy.

Następnym krokiem jest wybór serii przekładni i przełożenia, identycznie jak w przykładzie nr 1. Przy tym sposobie doboru również mamy możliwość generowania rysunków 2D i 3D oraz generowania specyfikacji przekładni.

[www.multiprojekt.pl](http://www.multiprojekt.pl)  
**MulliProjekt®**

MULTIPROJEKT

ul. Cystersów 20 A

31-553 Kraków

tel. 12 413 90 58

fax 12 376 48 94

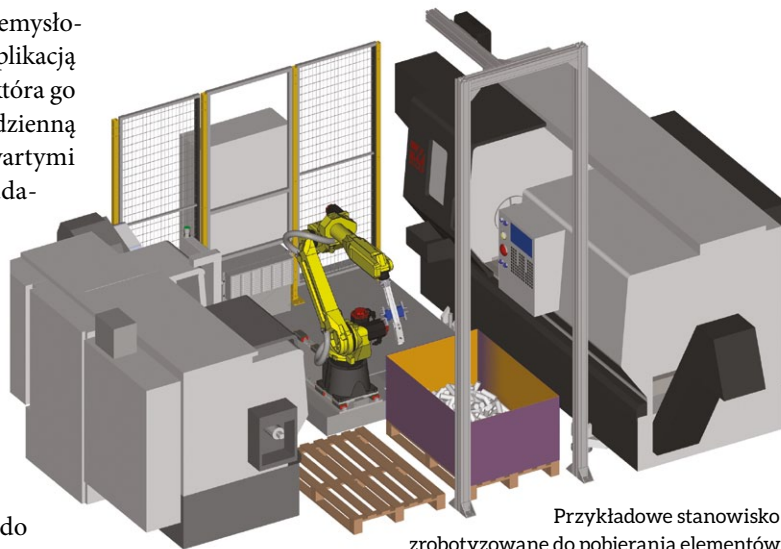
e-mail: [info@multiprojekt.pl](mailto:info@multiprojekt.pl)

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

# Zagrajmy w bierki, czyli systemy wizyjne oczami robota

Systemy wizyjne rewolucjonizują pracę robotów przemysłowych. I nic dziwnego: aby ocenić różnicę pomiędzy aplikacją zrobotyzowaną wyposażoną w system wizyjny, a taką, która go nie posiada, wystarczy spróbować wykonać dowolną codzienną czynność najpierw z zamkniętymi, a następnie z otwartymi oczami. Niezależnie od stopnia skomplikowania zadanej czynności z otwartymi oczami niewątpliwie jest łatwiej. Co jednak pojęcie „łatwiej” oznacza w kontekście pracy robota? Jakie plusey niesie ze sobą integracja systemu wizyjnego na stanowisku zrobotyzowanym i jakie problemy mogą się pojawić? Spróbujemy krótko omówić te zagadnienia na przykładzie zrobotyzowanej aplikacji do pobierania elementów z koszy lub pojemników (z ang. *bin picking*), która może być wykorzystywana zarówno do rozładunku półproduktów i przekładania ich na pasy transportowe, jak i do obsługi maszyn CNC i obrabiarek.

Automatyzacja procesów rozładunku i manipulacji obrabianymi produktami jest jednym z najczęstszych zadań powierzanych robotom w polskich zakładach produkcyjnych. Powodów jest wiele: od zwiększenia szybkości i wydajności, przez poprawę bezpieczeństwa pracowników (szczególnie w przypadku ciężkich elementów lub trudnych warunków pracy), po obniżenie kosztów zatrudnienia obsługi na dwie – trzy zmiany, poprzez zatrudnienie robota pracującego *non stop*. Niemniej jednak pierwsze aplikacje tego typu posiadały znaczącą słabość, która często uniemożliwiała ich samodzielną pracę i wymagała pomocy operatorów – pobieranie detali odbywało się na zasadzie ruchu zaprogramowanego „na ślepo”, co oznacza, że robot mógł podnosić i przechwytywać tylko te przedmioty, które znajdowały się w uprzednio zdefiniowanym polach. Wymagało to jednak dodatkowej pracy, aby detale odpowiednio przygotować dla robota. Ponadto niedokładnie ułożone detale stawały się przyczyną kolizji podczas pobierania, powodując przestoje. Pomijając koszty związane z koniecznością ciągłego nadzoru takich aplikacji, systemy te nie realizowały pełnego potencjału robotów i w zbyt dużej mierze zależały od tego, jak starannie zapakowane zostały obrabiane elementy przed ich przekazaniem na produkcję. Wraz z rosnącą świadomością i dokumentacją powtarzających się problemów, zaczęto stopniowo wprowadzać na produkcję różne urządzenia „widzące” – zaczynając od prostych kamer i skanerów 2D, po mocno zaawansowane systemy 3D. Początkowo zadaniem tych systemów miała być głównie korekta trajektorii ramienia robota w przypadku odnotowanych niewielkich przesunięć położenia podnoszonego przedmiotu i zapewnianie możliwości interwencji w momencie wystąpienia błędu. Na tym etapie cały czas obowiązywało założenie, że robot ma pobierać elementy znajdujące się w określonych polach i w określonej pozycji. Prawdziwa rewolucja nastąpiła dopiero w momencie



Przykładowe stanowisko zrobotyzowane do pobierania elementów z koszy i obsługi dwóch obrabiarek CNC

wprowadzenia zaawansowanych systemów 3D, które nie tylko poszerzyły tolerancję robota na przesunięcia względem spodziewanej pozycji pobieranych przedmiotów, ale wręcz z góry założyły, że pobierane będą elementy wrzucone bezładnie do dowolnego pojemnika. Nowy system widzenia w trójwymiarze nie tylko uniezależnił pracę robota od staranności ułożenia obrabianych detali dostarczanych na produkcję, ale stworzył szanse szybszej pracy dzięki możliwości dynamicznego obliczania trajektorii w zależności od odczytanego położenia przedmiotów. Na czym zatem opierają się systemy, które pozwoliły na tak radykalny postęp? Jak działają „oczy robota”?

## Naświetlanie i prześwietlanie, czyli w poszukiwaniu kształtu

Konfiguracja trójwymiarowego systemu wizyjnego robota zaczyna się od zdefiniowania przedmiotów, które robot ma rozpoznawać. Innymi słowy, trzeba „nauczyć” robota, jak wygląda przedmiot, który będzie podnosił. Jest to wykonywane za pomocą wgrzywania modelu 3D do systemu, w którym bryła jest opisana chmurą punktów leżących na jego krawędziach. Mając w pamięci taki wzorec, robot skanuje pojemnik, w którym znajdują się obiekty do pobrania, i „wyławia” z nich kolejno te elementy, które jest w stanie dopasować do zaprogramowanego wzorca. W celu przyspieszenia procesu dopasowania odczytanej chmury punktów do wzorca istniejącego w programie robota, niektóre systemy zaczynają wyszukiwanie od analizy obrazu 2D uzyskanego z kamery i wstępnego dopasowania widocznych na zdjęciu krawędzi do poszukiwanego przedmiotu. Po zlokalizowaniu poszukiwanego kształtu na zdjęciu, system przystępuje do analizy 3D, która pozwala na ustalenie

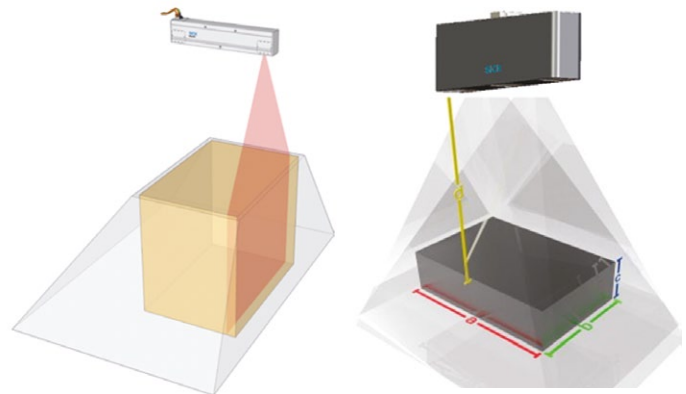
położenia przedmiotu. Sam proces wyszukiwania jest przez to szybszy, jednakże pewien problem stanowić może określenie progu punktowego, powyżej którego odnaleziona dopasowanie będzie dopuszczane do analizy 3D. Zbyt nisko określony próg może być przyczyną błędnej lokalizacji elementów, natomiast zbyt wysoki próg może znacznie obniżyć skuteczność wyszukiwania.

### Co mi zrobisz, jak mnie złapiesz

Poprawne odnalezienie przedmiotu do pobrania to niestety dopiero początek procesu. Równie ważnym problemem jest ustalenie takiej trajektorii ruchu, która nie spowoduje kolizji z sąsiadującymi przedmiotami oraz ze ściankami pojemnika, w którym pobierany przedmiot się znajduje. Pozwala to robotowi określić, jak wyjąć dany przedmiot, żeby o nic nie zahaczyć. Aby zagwarantować, że cały proces pobierania odbędzie się bezkolizyjnie, system robota musi być świadomy nie tylko gabarytów podnoszonego przedmiotu, ale też kształtu i rozmiarów chwytaka, który jest wykorzystywany do jego przechwycenia. Z tego powodu system wizyjny przeznaczony do sterowania robotem powinien mieć możliwość załadowania modeli 3D chwytaków wykorzystywanych przez daną aplikację. Aby zagwarantować, że cały proces pobierania przebiegnie bezkolizyjnie, wiele z systemów pozwala na zdefiniowanie pośrednich pozycji chwytaka względem stosu przedmiotów do pobrania i względem pojemnika. Przykładowo, mogą to być: pozycja startowa (podjazd robota do kosza), pozycja pobrania, pozycja bezpieczna do podniesienia pobranego detalu i pozycja wyjściowa już z detalem znajdującym się w chwytaku. Poprzez wykonanie osobnej analizy zagrożenia kolizją dla każdego z nich system zwiększa szanse na poprawne wykonanie operacji. Jednak pamiętać należy, że nawet tak szczegółowy system sterowania nie gwarantuje sukcesu. Poważnym, mogącym powodować kolizje problemem jest choćby poruszanie sąsiadujących produktów w pojemniku podczas pobrania. Zjawisko nasila się zwłaszcza w przypadku wysokich stosów przesypujących się elementów. Z tego powodu, planując robotyzację danego procesu, warto przewidzieć odpowiednią ilość czasu na testy, które pozwolą na określenie optymalnej wysokości stosu pobieranych elementów i wielkości pojemników, z których będą one pobierane.

### Kiedy robot patrzy, a nie widzi

O ile praca z geometrią i planowanie przestrzenne stanowią punkt wyjścia do sprawnie działającej aplikacji typu *bin picking*, o tyle równie ważnym aspektem jest analiza materiału, z którego wykonane są pobierane detale. Dotyczy to przede wszystkim wszelkich materiałów połyskliwych lub przezroczystych, które mogą utrudniać lub wręcz uniemożliwiać robotowi akwizycję dobrego jakościowo obrazu, na podstawie którego mógłby przeprowadzić analizę położenia przedmiotu. W takim przypadku konieczny jest wybór systemu, który współpracuje ze skanerami bazującymi na triangulacji laserowej. Dzięki specjalnym opracowaniom poprawiającym odporność na zakłócenia, jak np. segmentacja predykcyjna bazująca na posiadanym modelu detalu, skanery te są w stanie uzupełnić te części obrazu, w których pobranie danych zostało uniemożliwione przez odbłask.



Praca skanera wykorzystującego triangulację laserową

Praca kamer w układzie stereowizyjnym

Pomiarowe wykorzystywanie triangulacji laserowej wymaga jednak korygowania błędów, wśród których istotne jest zjawisko dystorsji wnoszonej przez układy optyczne. Wybierając kamerę do systemu wizyjnego, warto zatem sięgnąć po model, który przeprowadza taką korektę w sposób programowy. W zależności od charakterystyki pobieranych przedmiotów, jak również warunków oświetleniowych panujących na hali produkcyjnej, możliwe może być pobieranie ich obrazu za pomocą tzw. stereowizji, czyli układu dwóch lub czterech kamer ustawionych pod różnymi kątami względem przedmiotu i wspólnie wyznaczających współrzędne poszukiwanych punktów. Oczywiście, podobnie jak w przypadku doboru odpowiednich parametrów pojemników z elementami do pobierania, kluczowe znaczenie w doborze najlepszego rozwiązania będą miały testy przeprowadzone przez integratora danej aplikacji zrobotyzowanej.

### Oczy chcą, a ręce stoją, roboty się roboty boją

Jak każda nowa technologia, trójwymiarowe systemy wizyjne w aplikacjach zrobotyzowanych stanowią zarówno źródło potencjalnych zysków dla producentów, jak i nowych wyzwań dla integratorów automatyki. Decydując się na ich wdrożenie, z pewnością warto czynnie uczestniczyć w poszukiwaniu optymalnej konfiguracji. Spojrzenie „oczami robota” to zrozumienie charakterystyki własnego procesu i powstającego produktu w kontekście produkcji zautomatyzowanej, a to jest wiedza, na której w dzisiejszych realiach niustających decyzji inwestycyjnych z pewnością nie można stracić. ■



**ROBOTY**  
PRZEMYSŁOWE

Roboty Przemysłowe Sp. z o.o.  
www.robotyprzemyslowe.pl  
e-mail: info@robotyprzemyslowe.pl

SICK Polska  
www.sick.com/pl/

# Korekty finansowe w projektach unijnych

Marta Osińska

Dotacje stwarzają duże możliwości dla rozwoju firm. Wiele przedsięwzięć nie byłoby możliwych do realizacji w tak szerokim zakresie i szybkim czasie bez ich udziału. Jednak dotacja to przywilej obarczony dość restrykcyjnymi zasadami wydatkowania środków. W przypadku naruszenia zapisów umowy o dofinansowanie, przede wszystkim w zakresie NIEPRAWIDŁOWOŚCI w prowadzeniu postępowań o udzielenie zamówień, na Beneficjentów nakładane są KOREKTY FINANSOWE. Prawidłowość wydatkowania środków często jest kontrolowana, w związku z czym dobrze mieć świadomość, jakie konsekwencje niosą ze sobą takie naruszenia i jak ich unikać.

## Co to jest korekta finansowa?

Korekta finansowa to kwota, o którą należy pomniejszyć (zwrócić) wypłacone na rzecz Beneficjenta środki przeznaczone na realizację projektu w konsekwencji stwierdzenia nieprawidłowości na skutek niestosowania się do przepisów, głównie w obrębie procedury wyboru dostawców.

Do przestrzegania przepisów regulujących dokonywanie zakupów w projektach, ale też innych procedur, Beneficjentów zobowiązują postanowienia umowy o dofinansowanie.

## Co to jest nieprawidłowość?

Nieprawidłowość zgodnie z art. 2 pkt 36 tzw. rozporządzenia ogólnego (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 z dnia 17 grudnia 2013 roku) to każde naruszenie prawa unijnego lub krajowego dotyczące jego stosowania, wynikające z działania lub zaniechania podmiotu gospodarczego zaangażowanego we wdrażanie funduszy unijnych (realizację projektu), które ma lub może mieć szkodliwy wpływ na budżet unijny poprzez obciążenie budżetu UE nieuzasadnionym wydatkiem. Charakter oraz waga nieprawidłowości w każdym z analizowanych przypadków określane są indywidualnie.

## Podstawa prawna

Od dnia 22 lutego 2017 r. obowiązuje Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków obniżania wartości korekt finansowych oraz wydatków poniesionych nieprawidłowo, związanych z udzielaniem zamówień, z dnia 29 stycznia 2016 r. w sprawie warunków obniżania wartości korekt finansowych oraz wydatków poniesionych nieprawidłowo, związanych z udzielaniem zamówień (Dz.U. z 2016 r. poz. 200 z późn. zm., zmienione rozporządzeniem z dnia 22 lutego 2017 r., Dz. U. z 2017 r. poz. 615).

Dokument ten określa warunki obniżania wartości korekt finansowych i pomniejszania wartości wydatków kwalifikowalnych w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości indywidualnej w zakresie zamówień realizowanych w projektach współfinansowanych z Funduszy Europejskich. Ma on na celu ujednoczenie i koordynację sposobu postępowania w przypadku wykrycia naruszeń wymogów określonych między innymi w umowach o dofinansowanie projektów.

## Taryfikator

W ww. Rozporządzeniu można znaleźć taryfikator, w którym wskazane są kategorie nieprawidłowości indywidualnych, którym przypisane są poszczególne stawki procentowe korekt. Przewidziane w taryfikatorze korekty finansowe są niekiedy bardzo wysokie. Najbardziej dotkliwe wynoszą nawet 100%. Dotyczą one nieprawidłowości w obrębie udzielania zamówień zgodnie z ustawą PZP i zasadą konkurencyjności w zakresie ograniczenia konkurencji, nieprzestrzegania zasady równego traktowania czy braku transparentności postępowań.

Przykłady naruszeń skutkujące korektami finansowymi:

1. Niedopełnienie obowiązku upublicznienia zapytania ofertowego zgodnie z warunkami wynikającymi z umowy o dofinansowanie projektu albo decyzji o dofinansowanie projektu, a także podział zamówienia lub zaniżenie jego wartości skutkujące niezastosowaniem wymogów związanych z publikacją zapytania ofertowego – skutkuje korektą finansową w wysokości 100%.
2. Niezastosowanie lub niewłaściwe stosowanie kryteriów oceny ofert – skutkuje korektą w wysokości 25% (wysokość stawki może zostać obniżona do wysokości 10% albo 5%).
3. Dyskryminacyjny opis przedmiotu zamówienia lub umowy koncesji – skutkuje korektą w wysokości 25% (wysokość stawki może zostać obniżona do wysokości 10% albo 5%).
4. Niejednoznaczny opis przedmiotu zamówienia lub umowy koncesji – skutkuje korektą w wysokości 10% (wysokość stawki może zostać obniżona do 5%).

W przypadku nieprawidłowości, dla których nie określono w Taryfikatorze stawki procentowej korekty finansowej, stosuje się taką, która jest właściwa dla najbliższej rodzajowo kategorii nieprawidłowości wskazanej w dokumencie. Natomiast w przypadku stwierdzenia w ramach jednego zamówienia kilku nieprawidłowości wartości korekt finansowych nie sumuje się. W takiej sytuacji dla wszystkich wykrytych nieprawidłowości stosuje się jedną wartość korekty finansowej o najwyższej wartości.

## Jak unikać korekt finansowych?

Szczególnie istotne jest zapoznanie się Beneficjentów ze wspomnianym wyżej Taryfikatorem i przede wszystkim wystrzeganie się błędów we wskazanym przez niego zakresie. By uniknąć przykrych konsekwencji finansowych, należy wydatkować środki zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami. Jeśli jednak w wyniku przeprowadzonej kontroli nałożono na Beneficjenta korektę finansową, ma on prawo nie zgodzić się z oceną kontrolujących. W takiej sytuacji można zastosować procedurę odwołania oraz skargi do wojewódzkiego sądu administracyjnego. ■

 Marta Osińska



# EtherNet/IP™ Linking Devices

HMS Industrial Networks przedstawia nową rodzinę produktów do połączeń sieciowych, opartych na technologii Anybus, która umożliwia kontrolerom ControlLogix® i CompactLogix® EtherNet/IP płynną komunikację z Modbus, PROFIBUS, DF1 oraz innymi urządzeniami szeregowymi.

## Ulepszona architektura systemu

W przeciwieństwie do modułów wbudowanych, które są fizycznie podłączone do PLC, urządzenia Linking Device można zamontować blisko podłączonej maszyny. Oznacza to, że możliwe jest połączenie za pomocą jednego kabla Ethernet zamiast wielu kabli dedykowanych.

Wewnętrzne moduły komunikacyjne PLC mają tę wadę, że tworzą więcej fizycznych połączeń ze sterownika PLC, co oznacza więcej potencjalnych punktów awarii. Ponadto wymagają dedykowanych gniazd w szafie PLC, co zwiększa koszty całego projektu.



## Łatwiejsza konfiguracja

Wewnętrzne moduły komunikacyjne PLC często wymagają napisania kilku linijek logiki drabinkowej lub bloków funkcyjnych w celu ułatwienia komunikacji. Zintegrowanie tego z już istniejącym kodem znacznie wydłuża czas na ukończenie projektów.

EtherNet/IP Linking Devices są konfigurowane przy użyciu profilu dodatkowego dla Studio 5000 Logix™ Designer, dzięki czemu nie ma potrzeby instalowania oddzielnie oprogramowania ani licencji. Oprogramowanie dynamicznie generuje struktury danych dla każdego podłączonego urządzenia i nie wymaga ingerencji w logikę PLC.

## Optymalizacja wydajności

Wbudowane moduły komunikacyjne PLC, z ich potrzebą osadzenia kodu komunikacyjnego w programie PLC oraz kodem sterującym, powodują znaczne obciążenie całego programu. Może to stanowić znaczną szkodę dla wydajności całego procesu.

Ponieważ urządzenia EtherNet/IP™ Linking Devices od Anybus są autonomiczne (rozproszone), nie wpływają one na wydajność procesora PLC (czas wykonania skanu programu), nawet gdy przesyłane są duże ilości danych. Jest to szczególnie istotne w przypadku wersji PROFIBUS i Modbus-TCP, które pozwalają na tzw. przesył „big data” (do 4 kB I/O w każdym kierunku).

Dane prezentowane są z podłączonych urządzeń jako nazwane i ustrukturyzowane tagi kontrolera Studio 5000. Sterownik PLC po prostu skanuje urządzenie, tak jakby było urządzeniem I/O w sieci, co nie obciąża sieci bardziej niż szybkość połączenia urządzenia.

Anybus jest jedyną firmą oferującą tak szeroką gamę konwerterów protokołów. Ta powszechna dostępność ma kluczowe znaczenie dla wyboru, ponieważ aplikacje często bardzo się od siebie różnią. Dlatego tak ważne jest posiadanie szerokiej gamy produktów.

## Elmark Automatyka przekształcił się w SA

Uprzejmie informujemy, iż z dniem 1 października 2019 roku firma Elmark Automatyka Sp. z o.o. uległa przekształceniu w Spółkę Akcyjną.

Spółce Elmark Automatyka SA przysługują wszelkie prawa i obowiązki Elmark Automatyka Sp. z o.o.

Elmark Automatyka SA  
www.elmark.com.pl

reklama

**Przenieś swoje urządzenia przemysłowe i sieci na wyższy poziom dzięki bramce Anybus® X-gateway IIoT™ i Anybus® Communicator IIoT™**

**Anybus®**  
BY HMS NETWORKS

Nowe rodziny bram Anybus Communicator IIoT i Anybus X-gateway IIoT firmy HMS otwierają prostą ścieżkę do IIoT dzięki nowej obsłudze MQTT i OPC UA w połączeniu ze wszystkimi przemysłowymi standardami komunikacyjnymi

**ELMARK**  
Automatyka

**ELMARK Automatyka S.A.**  
tel.: 22 541-84-60  
www.elmark.com.pl  
sterowniki@elmark.com.pl

# Konkurs Targowy rozstrzygnięty!

Znamy laureatów konkursu towarzyszącego Międzynarodowym Targom Elementów Złącznych i Technik Łączenia FASTENER POLAND® na najlepsze produkty prezentowane na Targach. Ekspertcy oceniali nowoczesność rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych, wysoki poziom parametrów eksploatacyjnych, estetykę wykonania, funkcjonalność i korzystne cechy ergonomiczne, brak zagrożeń dla środowiska pracy i środowiska naturalnego.

**K**omisja konkursowa pod przewodnictwem dr. hab. inż. Jacka Muchy z Politechniki Rzeszowskiej postanowiła przyznać następujące nagrody:

## W kategorii łączniki

- Główna Nagroda w Konkursie Targowym w kategorii łączniki dla firmy S.T.M. Systemy i Technologie Mechaniczne Sp. z o.o. za LOCK ONE. Producent: Advanex.

## W kategorii systemy montażu

- Nagroda w Konkursie Targowym w kategorii systemy montażu dla firmy Mocujemy.pl Sp. z o.o. Sp. k. za system mocujący MASTER-PLATE®. Producent: Specialinsert Srl.
- Nagroda w Konkursie Targowym w kategorii systemy montażu dla firmy B&H MIKROMED Sp. z o.o. za system mocujący „INTEGRACJA”®.

Skład komisji konkursowej: dr hab. inż. Jacek Mucha, Politechnika Rzeszowska; dr Marek Łangalis, redaktor naczelny czasopisma „FASTENER”; Robert Pogorzelski, Dyrektor Polskiego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Montażu; Beata Łoś, Komisarz Targów FASTENER POLAND®. Konkurs towarzyszył 3. edycji Targów FASTENER POLAND®.

– Otrzymałmy Dużego Smoka w kategorii: „Łączniki” za produkt o nazwie „Lock One”. Jest to blokada do połączeń gwintowanych. Ten produkt uniemożliwia odkręcanie się śrub i nakrętek w połączeniach rozłącznych. Jest wiele produktów alternatywnych,



jednak nasz jest dodatkowo ekologiczny. Nasz produkt wytworzony jest ze stali i nie posiada dodatków z tworzyw sztucznych i innej chemii. Jedynym kosztem ekologicznym jest wytworzenie tej stali. Jednak są to marginalne straty dla środowiska. Nagroda jest dla nas wyróżnieniem. Zwraca uwagę naszych klientów oraz konkurencji – mówi Adam Paczuski, dyrektor handlowy firmy S.T.M. Systemy i Technologie Mechaniczne Sp. z o.o.

– Na Targach FASTENER POLAND® otrzymałmy nagrodę Małego Smoka za nową wersję produktu Masterplate – mocowanie do wklejania. Produkt pozwala zaoszczędzić 70% zużywanego kleju i ma lepsze parametry na ścinanie i wyrywanie od produktu standardowego. Uważam, że Konkurs promuje ciekawe i innowacyjne produkty. Udział w nim jest szansą na wykazanie się innowacyjnością przed szerokim gronem klientów. Zachęcam do brania udziału w takich konkursach, bowiem zdrowa konkurencja jest bardzo dobra – mówi Bogumił

Czopik, właściciel firmy Mocujemy.pl Sp. z o.o. Sp. k.

– Jesteśmy bardzo zadowoleni z udziału w Targach FASTENER POLAND®. Wystawiamy się na nich już drugi raz i odnosimy wrażenie, że podczas tej edycji jest znacznie więcej klientów i odwiedzających niż poprzednio. Oczywiście wiąże się to z tym, że Targi FASTENER POLAND® są coraz bardziej znane w Polsce i na świecie. Dziś otrzymałmy nagrodę Małego Smoka za system mocujący „INTEGRACJA”. Będzie



ona dla nas motywacją do dalszego projektowania implantów do osteosyn-tezy, do tworzenia nowych konstrukcji, które projektujemy wspólnie z lekarzami – mówi Jerzy Dybich, wiceprezes firmy BHH Mikromed Sp. z o.o. oraz inżynier R&D w BHH Mikrohuta Sp. z o.o.

## Swobodnie programowalne wyświetlacze z komunikacją Ethernet LD120/LD240

Wyświetlacze LD120/LD240 mają trzykolorowe matryce typu LED i są przeznaczone do wyświetlania komunikatów i danych liczbowych w systemach automatyki lub informacji publicznej. Powierzchnia ekranu wyświetlaczy może być traktowana jak swobodnie programowalna tabela do wyświetlania danych, podobnie jak w arkuszach kalkulacyjnych. Ekran może być dzielony na sektory (komórki) o dowolnych rozmiarach. Każdy z nich może mieć określone, osobne atrybuty wyświetlania, takie jak rodzaj fontu, wielkość, kolor i odstęp znaków oraz wyrównanie tekstu. Długie teksty, przekraczające wielkość sektora, są przewijane. Możliwe jest wyświetlanie pól kolorowych, jak w tablicach typu ANDON. Podział ekranu może się zmieniać dynamicznie, ale jest też możliwość zapisania konfiguracji w pamięci urządzenia, dzięki czemu komunikacja upraszcza się do przesyłania danych użytkowych. Nowością w tych wyświetlaczach jest otwarty, prosty język programowania oparty na znacznikach, wykorzystywany do komunikacji z protokołem TCP/IP. Wyświetlacze mają porty do komunikacji w standardzie przemysłowym: port szeregowy RS485 do pracy z protokołem Modbus RTU oraz port Ethernet do komunikacji z protokołem Modbus TCP. Wbudowany webserwer umożliwia

konfigurowanie wyświetlaczy przy pomocy przeglądarki internetowej. LD120/240 są dostarczane w różnych rozmiarach. Matryca LED, złożona z modułów, może mieć rozmiary do 256 pikseli wszerz, a na wysokość 16 lub 32 piksele. Są wykonane w standardzie przemysłowym, w obudowach kategorii IP54. Koncepcja traktowania ekranu LED jak tabeli w połączeniu z prostym językiem programowania oraz port Ethernet dają możliwość łatwego przeniesienia danych tabelarycznych z dowolnego oprogramowania na duże, czytelne wyświetlacze pracujące w sieci lokalnej lub w internecie. ■

Marcin Świetliński, SEM

Producent: SEM, [www.sem.pl](http://www.sem.pl)

reklama

2017-03-06 12:14:25  
OEE: 65.1% PLN: 69  
CEL: 6580 WYN: 55  
ZATRZYMANI EFF: 0.0%

**Monitoring produkcji**  
Wyświetlacze  
Mierniki  
Liczniki  
[www.sem.pl](http://www.sem.pl)

**SEM**

## Liniały magnetyczne

Firma Fritz Kübler GmbH posiada w swojej ofercie wiele rozwiązań dedykowanych dla pomiaru liniowego i pomiaru przesunięcia. Jednym z nich są magnetyczne liniały absolutne Limes, które zapewniają możliwość odczytu zmiany pozycji nawet po nagłym odcięciu zasilania.

Liniały magnetyczne absolutne Limes LA10 z taśmą magnetyczną to technologia pomiaru bezkontaktowego z wysoką rozdzielczością do 1  $\mu\text{m}$ . Ich wysoki stopień ochrony i solidna konstrukcja zapewniają dokładny pomiar nawet w trudnym środowisku. Są doskonałym rozwiązaniem do aplikacji wymagających niewielkich wymiarów, a przy tym wysokiej dokładności i precyzji pomiaru, jak np. maszyny pakujące, maszyny do formowania wtryskowego czy urządzenia medyczne.

Jeszcze szersze pole zastosowań daje drugi system magnetyczny – Limes LA50. Zaletami tego rozwiązania są rozdzielczość nawet do 10  $\mu\text{m}$  przy pomiarze na długości maks. 20 m oraz diagnostyczna dioda LED ostrzegająca o błędach instalacyjnych lub słabym sygnale magnetycznym. Pozwala to na zastosowanie systemu Limes LA50/BA5 nie tylko do maszyn pakujących i urządzeń medycznych, ale także do obrabiarek do drewna i metalu oraz przenośników taśmowych.

Zapraszamy:

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

Facebook: Kubler Poland

YouTube: Kubler Poland

reklama

**Kübler**

**Liniały magnetyczne**

- pomiar absolutny
- SSI, Canopen, SinCos
- rozdzielczość do 1  $\mu\text{m}$

tel. 61 849 99 02  
[www.kubler.pl](http://www.kubler.pl)

Właściwy napęd dla zmniejszenia złożoności prac inżynierskich i poprawy wydajności energetycznej

# Inteligentne rozwiązanie dla technologii transportu materiałów

Wymagania, takie jak moment obrotowy, efektywność energetyczna i moment rozruchowy, nie mogą być jednocześnie optymalizowane przy użyciu konwencjonalnej technologii. Dylemat ten rozwiązują inteligentne napędy do przenośników poziomych, zmniejszając jednocześnie liczbę wariantów i nakład prac inżynierskich związanych z szafami sterowniczymi i okablowaniem.

Rynek technologii transportu materiałów nieustannie się rozwija. Trend w kierunku stosowania łagodnego rozpędzania i hamowania oraz międzynarodowych przepisów dotyczących efektywności energetycznej dla technologii 400 V stawia większe wymagania nowoczesnym napędom. Dlatego w najbliższej przyszłości napędy przenośników będą sterowane głównie elektronicznie, jednak wiele obecnie dostępnych rozwiązań nie może spełnić specyficznych wymagań technologii transportu materiałów. Jednocześnie ich rosnąca złożoność stoi w sprzeczności z wymaganiami producentów OEM, którzy chcą ograniczyć czas i wysiłek wymagany do doboru, projektowania i instalacji.

## Wyzwanie transportu poziomego

Aplikacje przenośnikowe muszą wykonywać trzy różne zadania, z których każde stawia zupełnie inne wymagania wobec technologii napędowej. Na początku należy wygenerować wysoki moment rozruchowy w celu uzyskania odpowiedniego przyspieszenia. Po osiągnięciu nominalnej prędkości przenośnika należy pokonać tylko tarcie konstrukcji mechanicznej. Do tego wystarczają znacznie niższe momenty obrotowe. Zmienia się to ponownie w przypadku wyrównania palet, gdy są one dociskane do ogranicznika, a rolki lub łańcuchy zmuszone są na chwilę wślizgnąć się pod paletę, tworząc wysoki opór tarcia.

Wymagana do tego energia stanowi 95 do 97 procent całkowitych kosztów w okresie użytkowania napędu. Zwykle motoreduktory, które są włączane do sieci bezpośrednio poprzez styczniki, nie są w tym przypadku szczególnie wydajne. Wynika to z faktu, że należy je dobrać w taki sposób, aby zapewniały moment napędowy w fazie rozpędzania, co powoduje, że są one przewymiarowane w fazie pracy przenośnika ze stałą prędkością. Nawet użycie przemienników częstotliwości, które zwykle zapewniają do dwukrotnego przeciążenia (od 180 do 200 procent) podczas procesu rozruchu, nie może w pełni rozwiązać tego problemu. Powodują one dodatkowe koszty, za które musi zapłacić producent OEM oraz klient końcowy, i są one nieuzasadnione przy uwzględnieniu technologii przenośników poziomych.



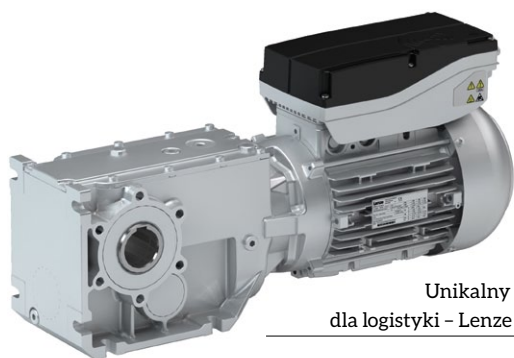
## Inteligentna odpowiedź

Jedną z możliwości obejścia tych problemów jest silnik Lenze Smart – m300. Jako w pełni zintegrowane rozwiązanie z dedykowaną elektroniczną jednostką sterującą, zapewnia czterokrotną wartość nominalnego momentu napędowego w czasie przyspieszania i osiowania. Dzięki temu uzyskujemy optymalną pracę napędu w każdej jego fazie przy obciążeniu znamionowym. Istnieje również możliwość wybrania energooszczędnego trybu pracy, który zapewnia optymalną pracę w zakresie częściowego obciążenia silnika. Zapewnia to operatorom instalacji energooszczędną alternatywę dla wielu zastosowań.

## Znacząca redukcja wariantów

Do tej pory konstruktorzy maszyn byli zmuszeni uwzględniać wiele wariantów technologii transportu materiałów, nawet gdy stosowali rozwiązania modułowe. W globalnych rozwiązaniach brane są pod uwagę sieci 50 i 60 Hz, przy napięciach w zakresie od 400 do 480 V. W tych systemach instalowana jest szeroka gama motoreduktorów, zapewniających oczekiwane prędkości. Wymaga to znacznego wysiłku organizacyjno-technicznego związanego z całym cyklem życia produktu: od prac inżynierskich, transportu materiałów i logistyki (zamówienia, magazynowanie), po obsługę i konserwację (szkolenie, zapasowe magazynowanie części, dokumentacja).

Elektroniczna jednostka sterująca w silniku Lenze Smart zapewnia kilka rzeczywistych korzyści. Umożliwia regulację prędkości wejściowej przy zachowaniu stałego momentu napędowego. Dzięki temu można motoreduktor o tym samym przełożeniu zastosować dla różnych prędkości przenośnika, co prowadzi do zmniejszenia różnorodności wariantów nawet o 70%. Elektronika inteligentnego silnika działa przy wszystkich napięciach od 400 do 480 V.



Unikalny napęd  
dla logistyki - Lenze Smart

### Zmniejszona złożoność prac inżynierskich

Dzięki możliwości ustawienia pięciu prędkości w dowolnym kierunku, definiowalnym rampom rozpędzania i hamowania, a także elektronicznemu załączeniu silnika i funkcji jego ochrony, zintegrowana elektronika silnika Smart eliminuje takie komponenty, jak stycznik i układy zabezpieczające silnik, a także układy do zmiany kierunku obrotu dla silników zasilanych z sieci. Umożliwia to oszczędność miejsca nawet do dwóch trzecich, jeśli te komponenty zostały wcześniej zainstalowane w szafie sterowniczej. W silniku Smart przełączanie prędkości dokonywane jest poprzez sygnały cyfrowe – 24 V z możliwością przesłania ich poprzez dowolną sieć przemysłową. Okablowanie 400–480 V można zrealizować za pomocą odpowiednich odgałęzień, dzięki czemu można zbudować całe układy napędowe na jednej linii zasilającej. Jednostka sterująca jest również przygotowana na taką konstrukcję: w tym przypadku można łatwo zintegrować całe jednostki z kilkoma napędami. Ustawianie wszystkich parametrów pracy silnika Smart może być dokonane ze smartfona – bez potrzeby posiadania specjalistycznej wiedzy lub obszernego szkolenia personelu. Kontrolowane elektronicznie hamowanie zapewnia utrzymanie stałej drogi hamowania przez cały czas, niezależnie od obciążenia.

### Wniosek

Napędy stosowane w transporcie poziomym stawiają bardzo szczególne wymagania. Nieuchronnie oznacza to, że silniki zasilane z sieci i sterowane będą stanowić kompromisy. W większości tych zastosowań silnik Lenze Smart oferuje spójne wymiary, które umożliwiają energooszczędną pracę w optymalnym zakresie prędkości – co jest kluczowym czynnikiem przy rozważaniu całkowitego kosztu posiadania (TCO).

Napęd realizuje w pełni swoje zadania, gdy jego cechy konstrukcyjne znajdują odzwierciedlenie również w pracach inżynierskich. OEM korzysta z prostszej, mniej skomplikowanej technologii sterowania i regulacji, a także z mniejszej liczby wariantów, które umożliwiają ulepszoną modularyzację i znacznie skracają czas sprzedaży. ■

# Lenze

Lenze Polska Sp. z o.o.  
ul. Roździeńskiego 188 B  
40-203 Katowice  
tel. 32 203 97 73  
fax 32 781 01 80  
e-mail: lenze@lenze.pl  
www.lenze.pl

# Gotowy na wyzwania przyszłości.



Serwonapęd, który **integruje się z absolutną łatwością**. Wykorzystuje najnowocześniejsze środowiska programistyczne oraz modułowe oprogramowanie **FAST Application Software Toolbox**, którego **można używać od razu**.

Inteligentna komunikacja pozwala na **wymianę danych w czasie rzeczywistym**.

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

**Lenze**  
To takie proste.

# Innowacje w branży maszyn pakujących

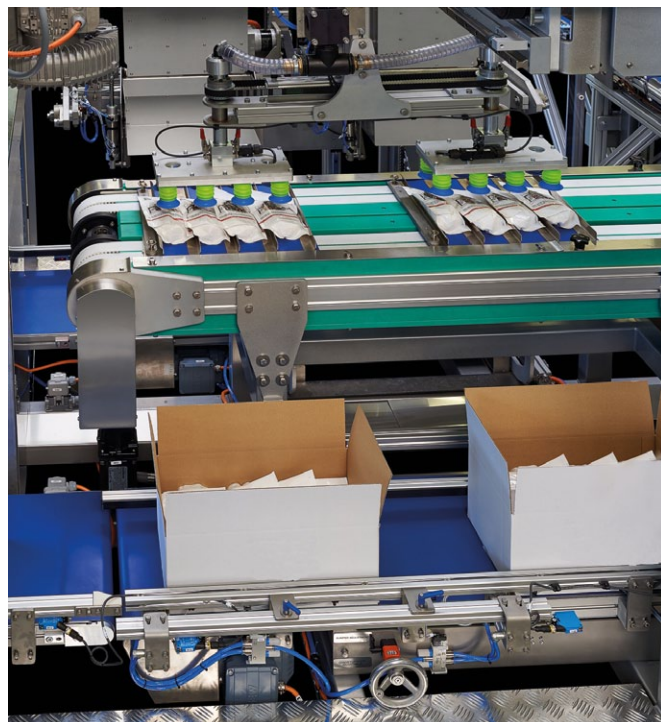
W zeszłym roku firma Radpak mocno postawiła na rozwój swojej działalności poprzez zwiększenie atrakcyjności oferty dzięki wprowadzeniu innowacyjnego hybrydowego manipulatora osiowego wraz z obrotnicą horyzontalną.

Jest to dopełnienie całości systemu pakowania zbiorczego firmy Radpak, która pomaga w ułożeniu grupy produktów składającej się z kilku opakowań typu Doypack do opakowania zbiorczego, jakim jest karton czterokłapowy w orientacji horyzontalnej lub wertykalnej. Taki układ opakowań do tego momentu był zarezerwowany dla dwóch różnych urządzeń. Dzięki zastosowaniu hybrydowego manipulatora osiowego wraz z obrotnicą horyzontalną możemy taki sposób pakowania zastosować w jednym urządzeniu.

Hybrydowy manipulator osiowy pozwala na układanie produktów w opakowaniach typu doypack zarówno horyzontalnie, czyli naprzemiennie warstwami w karton zbiorczy, jak i wertykalnie. Każda grupa produktów układana jest z przesunięciem, ponieważ takie ułożenie produktów pozwala lepiej wykorzystać dostępną przestrzeń w kartonie zbiorczym.

Takie rozwiązanie na skalę kraju nie było jeszcze wyprodukowane, dlatego jest to innowacyjny produkt. Firma Radpak dzięki temu urządzeniu wdrożyła do produkcji nową maszynę, która w tym roku została przedstawiona na targach w Las Vegas.

Manipulator osiowy wraz z obrotnicą horyzontalną zapewnia maksymalną wydajność, powtarzalność, ekonomię produkcji oraz wysoki poziom bezpieczeństwa podczas procesu



pakowania produktów spożywczych, jak i *non food* w torbach typu Doypack (o eliptycznym dnie) w karton czterokłapowy.

W ofercie maszyn pakujących firmy Radpak jest to nowość, która nie ustępuje zagranicznej konkurencji ze względu na niezawodność, prostotę konstrukcji oraz łatwość obsługi. W obecnych czasach automatyzacji produkcji każde rozwiązanie, które wspiera i zwiększa wydajność pracy przedsiębiorstwa, jest dostrzegane przez wymagających klientów.

Ważnym aspektem jest to, że system pakowania zbiorczego Flex Packer, w którym działa powyżej opisywany hybrydowy manipulator, jest prostym rozwiązaniem, ponieważ nie posiada wielu skomplikowanych części, które byłyby odpowiedzialne za podawanie produktu do kartonu zbiorczego. W zamian Radpak posiada jedno narzędzie, które bezproblemowo funkcjonuje w systemie zbiorczym.

Dużą zaletą hybrydowego manipulatora jest to, że można go dostosować do produktów o zróżnicowanych wymiarach oraz wadze. System podający oraz grupujący produkty zwany serwotrackiem umożliwia dostosowanie się do różnych rozmiarów opakowań jednostkowych, a wymienny system ssawek możemy wymienić w mniej niż 10 minut.

W zależności od wielkości kartonu i od wielkości torebki za pomocą manipulatora jesteśmy w stanie ułożyć cztery opcje

rozmieszczenia w kartonie czteroklapowym, tj. małe torebki można ułożyć w sześciu warstwach po cztery torebki w pozycji poziomej albo w trzech rzędach po cztery torebki pionowo. Natomiast duże torebki można ułożyć w czterech warstwach po cztery torebki poziomo oraz dwa rzędy po trzy torebki.

Manipulator posiada podwójne chwytaki, które zapewniają większą wydajność nawet do 100 toreb na minutę. Chwytaki umieszczone na manipulatorze są pod ciśnieniem i umożliwiają chwytanie produktu o różnych kształtach. Dostępny jest również szybko wymienny osprzęt do obsługi różnych formatów produktu.

Zastosowanie jednego kompleksowego urządzenia eliminuje zastosowanie dodatkowych przenośników oraz systemów rozdzielania ścieżki produktu, koniecznych do dostarczenia produktu do dwóch osobnych urządzeń. Dodatkowo przy takim rozwiązaniu są zdecydowanie mniejsze koszty, ponieważ jedno urządzenie jest odpowiedzialne za podawanie produktu.

Kolejną zaletą zastosowania podwójnego chwytaka jest uzyskiwanie znacznie wyższych wydajności niż konkurencja. Zastosowany w urządzeniu manipulator dwuosioowy charakteryzuje się znacznie niższym kosztem zakupu oraz eksploatacji niż konkurencyjne urządzenia zrobotyzowane.

Pakowanie toreb w poziomie z obrotem co drugiej warstwy pozwala na lepsze wykorzystanie objętości kartonu zbiorczego. Powoduje to zaoszczędzenie kartonów zbiorczych oraz

zmniejszenie przestrzeni potrzebnej do magazynowania i transportowania towarów. W zależności od konfiguracji pakowania oszczędności kartonów oraz miejsca magazynowego mogą wynosić od 30% do 50%.

Hybrydowy manipulator został użyty w innowacyjnym systemie pakowania zbiorczego firmy Radpak, które jest przeznaczone do pakowania różnego rodzaju produktów w opakowaniach jednostkowych typu Doypack do kartonów czteroklapkowych typu 0201 oraz 0202 według katalogu FEFCO.

Dzięki zastosowanym rozwiązaniom (podwójny chwytak z obrotnicą oraz dwa stanowiska pakowania) urządzenie RP-100HV pozwala na realizację procesu pakowania zbiorczego na znacznie mniejszej powierzchni niż produkty konkurencji.

Wprowadzenie na rynek takiego innowacyjnego urządzenia pozwoli firmie Radpak na uzyskanie silnej pozycji rynkowej, a oferta produktów poszerzona o nową innowacyjną maszynę będzie zwiększała zainteresowanie konsumentów z rynku maszyn pakujących. ■



RADPAK Fabryka Maszyn Pakujących Sp. z o.o.

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

[www.radpak.pl/kontakt.html](http://www.radpak.pl/kontakt.html)

reklama

# Radpak

FABRYKA MASZYN PAKUJĄCYCH

## INNOWACYJNE SYSTEMY PAKUJĄCE

Innowacyjne systemy pakowania pionowego i poziomego opakowań jednostkowych w kartony klapowe oraz tacki.



Radpak Fabryka Maszyn Pakujących  
Ul. Okrężna 2, 87-800 Włocławek  
tel. 54 412 55 00, fax 54 412 55 01  
info@radpak.pl [www.radpak.pl](http://www.radpak.pl)

# Napędy sterowane przez stację meteorologiczną i algorytm

Oczyszczalnie ścieków zużywają dużo energii elektrycznej i wymagają dużej ilości miejsca. Ponieważ ze względów eksploatacyjnych osadniki muszą być dostępne od góry, zadaszenie powierzchni za pomocą konwencjonalnych systemów fotowoltaicznych nie jest możliwe.

**D**zięki wsuwaniu modułów składanego dachu do „garażu” możemy zapewnić łatwy dostęp do osadników, co pozwala przeprowadzać konieczne czynności konserwacyjne bez ograniczeń – mówi Andreas Hügli, współdyrektor firmy DHP Technology.

Inne ważne czynniki to duży rozstaw podpór, wysokość konstrukcyjna (5,5 m) i łatwe zakotwienie na koronach zbiornika. Ponadto zadaszenie ogranicza rozwój glonów i redukuje ilość działań związanych z konserwacją.

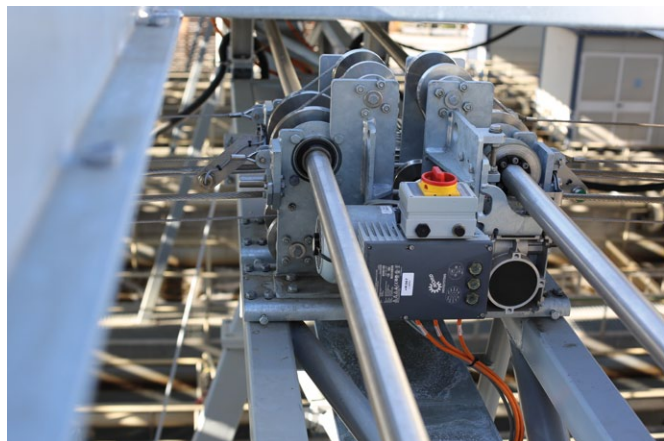
Składany dach solarny oczyszczalni ARA Chur przykrywa powierzchnię 5800 m<sup>2</sup>, całkowicie obejmując oczyszczanie wstępne, biologiczne i wtórne. 2120 modułów wytwarza 550 000 kWh energii elektrycznej rocznie, pokrywając ok. 20% własnego zapotrzebowania systemu. Składany dach solarny działa w pełni autonomicznie i samoistnie reaguje na warunki pogodowe dzięki lokalnej stacji meteorologicznej i zewnętrznym danym pogodowym. Słońce steruje inteligentnymi napędami NORD za pomocą zintegrowanego sterownika PLC. Gdy rano zza chmur wyłaniają się pierwsze promienie słońca, panele słoneczne rozkładają się w pełni automatycznie dzięki zastosowaniu niezawodnej technologii kolei linowej. Wieczorem, gdy słońce znika za horyzontem, panele powracają do bezpiecznej pozycji garażowej. Nawet podczas opadów śniegu, gradu lub burzy, a także w wyjątkowych sytuacjach – takich jak awarie zasilania lub problemy z komunikacją – składany dach solarny automatycznie ustawia się w bezpiecznej pozycji.

Inteligentne napędy firmy NORD DRIVESYSTEMS dbają o wsuwanie i rozkładanie dachu.



– Zdecydowaliśmy się na rozwiązanie firmy NORD, ponieważ szukaliśmy dostawcy, który mógłby nam dostarczyć technikę napędową od jednego wytwórcy – mówi Andreas Hügli. – Ponadto produkty firmy NORD bardzo dobrze spełniają nasze wymagania. Przetwornice częstotliwości są bezpośrednio zintegrowane z silnikiem, co jest dla nas wielką zaletą z punktu widzenia instalacji. Byliśmy również pod wrażeniem sterownika PLC zintegrowanego z napędem. Inteligentne sterowanie w dowolnym momencie pozwala wsuwać moduły składanego dachu do garażu w przypadku awarii komunikacji dzięki autonomicznej funkcji Homerun. Zwiększa to znacznie niezawodność pracy systemu i jest dla nas ważną częścią składową rozwiązania napędowego.

Napędy NORD, składające się z motoreduktora ślimakowego UNIVERSAL (0,75 kW) z hamulcem i enkoderem magnetycznym oraz przetwornicy częstotliwości NORDAC FLEX SK 205E (1,1 kW), są zamontowane na konstrukcji nośnej w bezpiecznej pozycji i mogą być sterowane indywidualnie. Dzięki temu personel zajmujący się konserwacją może osobno wsuwać do





garażu poszczególne moduły dachu w celu przeprowadzenia czynności konserwacyjnych w niektórych zbiornikach. Każdy z 53 modułów składanego dachu jest sterowany przez napęd i może być wsuwany lub rozkładany w zależności od warunków pogodowych. Wewnętrzna magistrala CAN sprzęga elektrycznie po cztery napędy, z których jeden jako urządzenie główne steruje sekwencjami ruchów.

Składany dach solarny HORIZON szwajcarskiego startupu DHP Technology jest unikalny na skalę światową – produkuje energię elektryczną, daje cień, wykorzystuje słońce, jest ekspertem od pogody i prawdziwym mistrzem w oszczędzaniu miejsca. Dach jest rozpięty nad już użytkowanymi powierzchniami, co pozwala na jego mądre podwójne wykorzystanie bez konieczności dodatkowej zabudowy lub ograniczania znajdującej się pod nim przestrzeni do jej podstawowego zastosowania.

Przyczynia się to do oszczędności zasobów przestrzennych i glebowych na zamieszkałym obszarze, pozwala tworzyć duże zdecentralizowane elektrownie słoneczne wszędzie tam, gdzie potrzebna jest energia elektryczna, a także daje cień ludziom, towarom i infrastrukturze. Dzięki temu miejsca parkingowe stają się stacjami ładowania samochodów elektrycznych, powierzchnie logistyczne strefami świeżości, a oczyszczalnie ścieków elektrowniami.

– Składany dach solarny jest unikalnym rozwiązaniem w zakresie produkcji energii słonecznej na obszarach infrastruktury, ponieważ możemy stosować bardzo duże odległości między podporami – wyjaśnia Andreas Hügli, współzałożyciel i wicedyrektor firmy DHP Technology. – Jest to możliwe, ponieważ konsekwentnie wykorzystujemy technologię, a elastyczne dachy składane można wsuwać do bezpiecznej pozycji dzięki ich lekkiej konstrukcji. Dzięki bezpiecznej pozycji system fotowoltaiczny nie musi być zaprojektowany na ekstremalne warunki pogodowe, ale możemy budować lepsze moduły, a następnie chronić je w garażu przed takimi warunkami atmosferycznymi, jak burza, śnieg i grad. ■



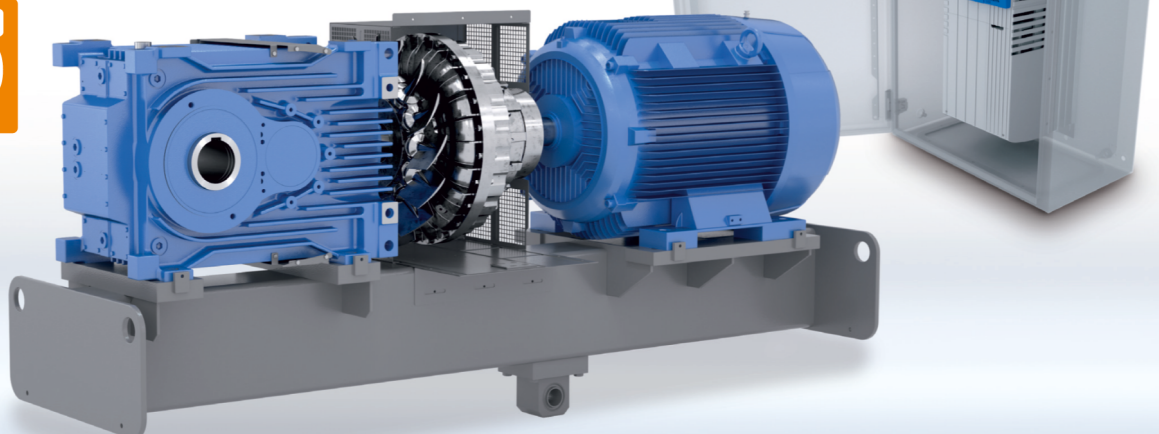
**NORD Napędy Sp. z o.o.**  
Zakrzów 414  
32-003 Podłęże  
tel. 12 288 99 00  
fax 12 288 99 11  
e-mail: [biuro@nord.com](mailto:biuro@nord.com)  
[www.nord.com](http://www.nord.com)

reklama

# DER ANTRIEB

Niezawodny. Wszechstronny. Globalny.

**NORD  
4.0  
READY!**



## REDUKTORY

- wzmocnione łożyska
- Cichobieżność

## SILNIKI

- Wysoka sprawność
- Ogólnoświatowe standardy

## ELEKTRONIKA NAPĘDOWA

- Kompaktowa budowa
- programowalne funkcje



NORD Napędy sp. z o.o. | tel.: +48 12 288 99 00 | [biuro@nord.com](mailto:biuro@nord.com)

[nord.com](http://nord.com)

# Nowa platforma DC: Interroll przedstawia innowacyjne rozwiązanie napędowe

Firma Interroll wyznacza nowe standardy w zakresie nowoczesnych technologii przepływu materiałów. Asortyment innowacyjnych, skoordynowanych napędów RollerDrive, systemów sterowania i elementów zasilających pozwala integratorom systemów i konstruktorom zaoferować rozwiązania jeszcze lepiej dopasowane do indywidualnych potrzeb klientów, począwszy od standardowych aplikacji *plug-and-play*, po systemy z funkcjonalnością Industry 4.0.

Wymagania stawiane beznaporowym systemom transportowym stają się coraz ostrzejsze, jeśli chodzi o ich parametry techniczne. Od pewnego czasu użytkownicy wymagają czegoś więcej niż tylko dużej przepustowości i możliwości transportu różnorodnych towarów. Wraz z rozwojem automatyzacji inteligentna kontrola przepływu towarów odgrywa coraz większą rolę w systemach transportowych. Wprowadzając platformę DC, firma Interroll oferuje zaawansowane rozwiązania, które wzorcowo spełniają te wymagania.

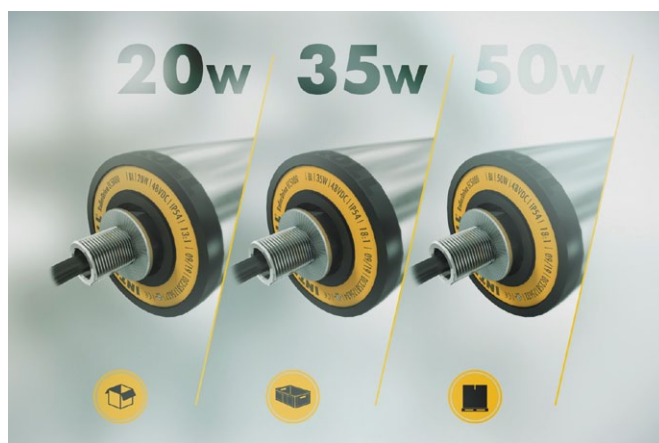
Dzięki nowej platformie DC integratorzy systemów i konstruktorzy mogą wybrać innowacyjną, skoordynowaną ofertę rozwiązań technologicznych od jednego dostawcy, popartą latami rozwoju i testowania. Pozwala to na bardziej zindywidualizowane podejście do wymagań użytkowników. Nowa platforma może być wykorzystana do tworzenia unikalnych rozwiązań transportowych, począwszy od niezależnych przenośników, które mogą być uruchamiane w trybie *plug-and-play* bez sterownika PLC, aż po zindywidualizowane, wydajne systemy mogące być spójnie i przejrzysto integrowane w aplikacjach Industry 4.0.

## Poznaj zalety technologii 48 V

Nowa, modułowa platforma umożliwi projektowanie systemów transportowych w wersjach 24 V i 48 V, zgodnie z życzeniami klienta. Dzięki temu firma Interroll wspiera ewolucję techniczną rozwiązań niskonapięciowych, które zostały nakreślone przez producentów samochodów. Systemy 48-woltowe umożliwiają stosowanie do 50% mniej elementów zasilania niż w systemach 24 V. Pozwalają na stosowanie przewodów o mniejszym przekroju i większej długości oraz zmniejszają liczbę źródeł błędów, wynikających m.in. ze spadku napięcia na przewodach. Pozwala to znacznie zmniejszyć nakłady inwestycyjne w całym systemie oraz ograniczyć ryzyko błędów podczas uruchamiania.

## Trzy poziomy mocy do wyboru w nowych napędach RollerDrive

Klienci zyskują nie tylko więcej opcji, jeśli chodzi o napięcie zasilania w nowej platformie DC. RollerDrive EC5000



oferuje też większą elastyczność w zakresie mocy znamionowej. Nowe napędy rolkowe są dostępne w wersjach o mocy 20 W, 35 W i 50 W, które mogą wykonywać dowolne zadania transportowe w przypadku lekkich i ciężkich towarów. Aby pomóc w implementowaniu przenośników do transportu ciężkich towarów, Interroll oferuje opcję 50-watową oraz napędy RollerDrive w wersji z rurą o średnicy 60 mm zamiast wcześniejszych 50-milimetrowych. Co więcej, dostępne są dobrze znane wersje konstrukcyjne IP66 i Deep Freeze; umożliwiają one wdrażanie rozwiązań RollerDrive również w instalacjach wymagających czyszczenia silnym strumieniem wody oraz pracujących w niskich temperaturach otoczenia od -30 stopni C.

## Interfejs magistrali otwiera drzwi do Industry 4.0

Oprócz wypróbowanego i przetestowanego interfejsu analogowego, EC5000 może być na życzenie użytkownika wyposażony w interfejs magistrali oparty na standardzie CANOpen. Oznacza to, że nowoczesne systemy przenośnikowe mogą po raz pierwszy zapewnić przejrzystość danych. W połączeniu z wieloprotokołowym (PROFINET, EtherNet/IP, EtherCat) systemem sterowania Interroll użytkownicy mogą spójnie wizualizować szereg informacji i funkcji na ekranie z wykorzystaniem sterownika PLC lub przez internet. Jednym z przykładów jest

wyświetlanie ogólnych informacji o bieżącym statusie roboczym i obciążeniu poszczególnych napędów w funkcji czasu. Równoległe systemy sterowania umożliwiają odczytywanie szczegółowych informacji dotyczących statusu błędu, momentu obrotowego lub temperatury dla każdego z indywidualnych napędów.

Jednocześnie nowy interfejs magistrali RollerDrive umożliwia użytkownikom wykonywanie całkowicie nowych funkcji kontrolnych, wymaganych w zautomatyzowanym środowisku. Dzięki temu użytkownicy mogą bardziej precyzyjnie kontrolować przyspieszenie, prędkość i opóźnienie towarów transportowanych w systemie. Pozwala to również na umieszczenie odpowiednich towarów na przenośniku z dokładnością do milimetra – jest to kluczowy wymóg, aby zagwarantować płynną interakcję pomiędzy przenośnikiem i robotem lub zautomatyzowanym ramieniem chwytającym.

Grupa Interroll jest jednym z czołowych międzynarodowych dostawców rozwiązań z zakresu transportu materiałów. Firma została założona w 1959 roku i jest notowana na giełdzie SIX Swiss Exchange od 1997 roku. Dostarcza integratorom systemów i producentom przemysłowym szeroką gamę produktów i usług w następujących kategoriach: „Rollers” (rolki przenośnikowe), „Drives” (silniki i napędy przenośników), „Conveyors

& Sorters” (przenośniki i sortery) oraz „Pallet & Carton Flow” (systemy magazynowe). Rozwiązania firmy Interroll znajdują zastosowanie w systemach pocztowych, handlu elektronicznym, na lotniskach oraz w przemyśle spożywczym, tekstylnym, motoryzacyjnym i innych. Produkty firmy są użytkowane przez takie marki, jak Amazon, Bosch, Coca-Cola, DHL, Nestlé, Procter & Gamble, Siemens, Walmart i Zalando. Siedziba główna Interroll znajduje się w Szwajcarii. Firma posiada globalną sieć 32 przedsiębiorstw o sumarycznym obrocie 559,9 miliona CHF. W 2018 roku zatrudniała 2300 pracowników. ■



INTERROLL Polska Sp. z o.o.  
ul. Płochocińska 85  
03-044 Warszawa  
tel. 22 741 74 10  
e-mail: pl.sales@interroll.com  
www.interroll.pl

reklama



## Mądra droga do Przyszłości w Transporcie Wewnętrznym

**Interroll wprowadza nową platformę DC: RollerDrive EC5000, MultiControl i zasilacze. Ta kombinacja rozwiązań 48V to krok w świat cyfrowy.**

- ▶ Różne poziomy mocy dla różnych zastosowań: 20W, 35W lub 50W.
- ▶ Bardzo dokładne pozycjonowanie dzięki zaawansowanej magistrali CANOpen.
- ▶ Łatwa konserwacja dzięki sygnałowi informującemu o statusie żywotności RollerDrive.

## IO-Link od Murrelektronik

# IO-Link ułatwia instalację

Alexander Hornauer

IO-Link stanowi odpowiedź na poszukiwanie wydajniejszych, wszechstronnych i przynoszących większe zyski maszyn – Murrelektronik posiada zarówno sprzęt, jak i know-how, aby spełnić te oczekiwania.

Procesy produkcyjne stają się coraz szybsze i bardziej elastyczne, a przez to coraz bardziej opłacalne. Wiele danych podczas procesu produkcyjnego gromadzonych jest w nowoczesnych maszynach i fabrykach. Integracja urządzeń IO-Link upraszcza gromadzenie i obsługę danych, zapewniając jednocześnie przejrzystość od poziomu czujnika – urządzenia wykonawczego – do chmury. Murrelektronik jest Państwa ekspertem, jeśli chodzi o integrację urządzeń IO-Link w Waszej instalacji.

### IO-Link skraca czas uruchamiania

Aby konfiguracja maszyn była szybsza, dane konfiguracyjne inteligentnych czujników lub urządzeń wykonawczych są przesyłane bezpośrednio z układu sterowania i nie muszą być konfigurowane ręcznie.

### IO-Link obniża koszty

Komunikacja IO-Link nie wymaga kabli ekranowanych. Zamiast tego zastosować można tańsze standardowe złącza M12 lub M8. System sterowania nie wymaga już kosztownych kart analogowych, a konfigurowalne czujniki i urządzenia wykonawcze minimalizują liczbę wymaganych wersji. W rezultacie upraszcza się proces zaopatrzenia w części, zmniejsza się zapotrzebowanie na przestrzeń magazynową, a w konsekwencji koszty bezpośrednie maleją.

### IO-Link zwiększa wydajność

Dzięki IO-Link konfiguracje urządzeń są przechowywane w głównym sterowniku. Gdy urządzenie musi zostać wymienione, konfigurację można przenieść bezpośrednio do nowego komponentu. Dzięki temu proces wymiany jest szybszy i łatwiejszy, a jednocześnie znacznie skraca się czas przestoju.

### IO-Link rewolucjonizuje utrzymanie ruchu

Ponieważ urządzenia IO-Link stale generują dane procesowe w łatwej do zrozumienia formie tekstowej, serwisanci uzyskują wgląd w procesy i warunki aplikacji. Naprawy mogą być uprzednio zaplanowane, można stworzyć nowe procedury utrzymania ruchu z wykorzystaniem możliwości zdalnej konserwacji, zanim wystąpi awaria na dużą skalę.

### Co sprawia, że Murrelektronik jest dobrym partnerem?

Murrelektronik jest ekspertem we wdrożeniach koncepcji instalacji dostosowanych do Państwa potrzeb. Z Państwa



pomocą poddajemy analizie Wasz zakład i park maszynowy – zwracając szczególną uwagę zarówno na liczbę, jak i lokalizację wejść i wyjść, z którymi zintegrowane są czujniki, urządzenia wykonawcze oraz urządzenia inteligentne. Bazując na naszym doświadczeniu w branży i pochodzących z pierwszej ręki informacji o Państwa zakładzie, możemy wybrać koncepcję instalacji, która najlepiej odpowiada Waszym potrzebom. Bez względu na to, jakiego dokonacie wyboru, każda koncepcja ma wspólny mianownik: IO-Link.

### Gama opcji

Kompaktowe moduły Fieldbus Murrelektronik (MVK Metal, Impact67 i Solid67) są wyposażone w porty IO-Link. Pozwalają łatwo i szybko zintegrować urządzenia IO-Link z instalacją. Murrelektronik oferuje również MVK Fusion, samodzielny moduł Fieldbus, który umożliwi podłączenie standardowych IO, aplikacji bezpieczeństwa oraz urządzeń IO-Link w jednym module.

Kolejną opcję stanowi Cube67, kompaktowy, modułowy system magistrali Fieldbus Murrelektronik. Dzięki integracji Master Cube67 IO-Link z instalacją Cube mogą Państwo podłączyć do 128 urządzeń IO-Link do jednego węzła magistrali.

### Akcesoria IO-Link

Aby zmaksymalizować opłacalność instalacji IO-Link, Murrelektronik oferuje szeroką gamę akcesoriów IO-Link, w tym koncentratory, konwertery analogowe i sprzęgła indukcyjne. Koncentratory umożliwiają łatwe zwielokrotnienie liczby cyfrowych portów IO, podczas gdy konwerter analogowy może służyć do podłączenia analogowych czujników i urządzeń

wykonawczych do urządzenia nadrzędnego IO-Link. Sprzęgło indukcyjne zapewnia bezdotykową komunikację IO-Link przez szczelinę powietrzną – urządzenia nadrzędne i urządzenia IO-Link można sparować i oddzielić niemal natychmiast (ok. 10 ms), dzięki czemu wymiana narzędzi jest szybka i łatwa. Murrelektronik oferuje nawet zasilacz o klasie ochrony IP67, Emparro67 Hybrid, który ma wbudowaną funkcję IO-Link do zbierania danych diagnostycznych i informacji dotyczących charakterystyki działania.

### IODD na pokładzie

Plik IODD (*IO Device Description*) to plik opisujący stosowany dla urządzeń IO-Link. Zawiera informacje identyfikujące, dane konfiguracyjne urządzenia, dane procesowe i diagnostyczne, funkcje komunikacyjne i wiele innych. Dzięki koncentratorowi magistrali Cube67 Ethernet/IP użytkownicy mogą budować własną bibliotekę plików IODD. Wszystkie urządzenia IO-Link zintegrowane z systemem Cube67 można konfigurować przez interfejs internetowy Cube. Interfejs internetowy eliminuje potrzebę wykorzystywania plików AOI dla urządzeń IO-Link. Posiada również dodatkowe, wbudowane funkcje uruchamiania i rozwiązywania problemów dla urządzeń IO-Link bez użycia sterownika. Dzięki modułom Fieldbus MVK Metal i Impact67 firmy Murrelektronik pliki IODD są przechowywane w pliku GSDML.

Jeśli czujniki IO-Link, wyspy zaworowe lub inne urządzenia wbudowane są w instalację, użytkownicy mogą uzyskać bezpośredni dostęp do tych baz danych za pośrednictwem interfejsu internetowego lub standardowego oprogramowania inżynierskiego. Nie jest wymagane żadne dodatkowe oprogramowanie, a czasochłonne czynności, takie jak import plików, należą już do przeszłości. Integracja następuje w rekordowym czasie.

W celu uzyskania dodatkowych informacji prosimy o odwiedzenie strony: [www.murrelektronik.com/highlights/io-link](http://www.murrelektronik.com/highlights/io-link).

### Informacje dotyczące Murrelektronik

Murrelektronik jest światowym liderem w rozwoju, produkcji i dystrybucji rozwiązań automatyki. Nasze produkty można podzielić na cztery podstawowe linie: zasilacze i sterowanie, interfejsy, przewody/złącza oraz systemy IO.

Nasze wysokiej jakości innowacyjne produkty i skupienie się na wymaganiach rynku wyróżniają nas spośród tłumu. Nasze zorientowane na klienta podejście daje pewność, że dostarczane przez nas indywidualne rozwiązania poprawią Państwa aplikacje. ■

 Alexander Hornauer



Murrelektronik Sp. z o.o.  
al. Roździeńskiego 188 h  
40-203 Katowice  
tel. 32 730 00 20  
fax 32 730 00 23  
e-mail: [info@murrelektronik.pl](mailto:info@murrelektronik.pl)  
[www.murrelektronik.pl](http://www.murrelektronik.pl)  
[shop.murrelektronik.pl](http://shop.murrelektronik.pl)

 **MURR**  
ELEKTRONIK

stay connected

# IO-Link ułatwia instalację



## IO-Link by Murrelektronik

**Bardziej skuteczne, bardziej elastyczne i wydajne maszyny**

**Murrelektronik dysponuje odpowiednim sprzętem i know-how, aby tak się stało. Jesteśmy Twoim ekspertem, jeśli chodzi o integrację urządzeń IO-Link z Twoją instalacją.**

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

# KOMPOZYT-EXPO® – misja, biznes, rozwój od dziesięciu lat!

Dwa dni wypełnione prezentacjami branżowych nowości, networkingiem, a także eksperckimi prelekcjami – krótko mówiąc: dziesiąta, jubileuszowa edycja KOMPOZYT-EXPO® zakończona.

## Powód do świętowania

Podczas uroczystego otwarcia jubileuszowej – 10 edycji KOMPOZYT-EXPO® Ewa Woch, Wiceprezes Targów w Krakowie Sp. z o.o., podziękowała i wręczyła wyróżnienia firmom, które współtworzyły tę wystawę od samego początku.

Materiały kompozytowe mają zastosowanie na całym świecie – od biżuterii, przez sprzęt sportowy, medyczny, po samoloty i przemysł zbrojeniowy. Rozwój technologii kompozytowych należących do grupy *high-tech* i obniżające się koszty produkcji powodują, że ten materiał wykorzystuje się coraz częściej i chętniej. Duży wydzźwięk miały słowa gościa specjalnego – Przemysława Świercza, kapitana reprezentacji Polski w AMP Futbolu, który wygłaszając mowę motywacyjną, zachęcił naukowców i przedsiębiorców do dalszego rozwijania branży.

## Targi lubią biznes

Dobrze zaplanowany udział w targach zawsze przynosi realne korzyści biznesowe. To wydarzenie jest doskonałym miej-

scem do spotkań, pozyskiwania klientów i optymalizacji sprzedaży. Często rezultaty widoczne są od razu, co podkreślał Alexander Wiesner, dyrektor sprzedaży austriackiej firmy Langzauner GmbH.

## Targi łączą

Organizatorzy monitorują trendy, szukają nisz, dostosowują imprezę do potrzeb klientów. W trakcie tegorocznej edycji goście mogli poznać najnowsze surowce, materiały, produkty kompozytowe, maszyny i narzędzia stosowane do produkcji i obróbki materiałów oraz szeroką gamę usług dedykowanych tej branży (obróbka CNC kompozytów, usługi recyklingowe, badania i rozwój, usługi doradcze i szkolenia). Po raz drugi w historii Targów został zorganizowany SALON LAB-CONTROL, w którym firmy zaprezentowały akcesoria laboratoryjne, aparaturę analityczną, oprogramowanie, sprzęt optyczny i kontrolno-pomiarowy, a także odbyły się krótkie prezentacje poruszające tematykę optymalizacji pracy laboratoriów.

## Targi współpracują i rozwijają

Podczas Targów KOMPOZYT-EXPO® polscy i europejscy liderzy mieli niepowtarzalną okazję do wychwycenia nowych nurtów. Tegoroczny panel referatowy nie bez powodu nosił nazwę „Nauka dla przemysłu”. Dotyczył on trzech tematów. Rozpoczął się od zagadnień ekologicznych, a konkretnie od recyklingu tworzyw kompozytowych. Drugi blok poruszył zagadnienia związane z kompozytami polimerowymi. Tematami przewodnimi były modyfikacje i innowacje w zakresie rozwoju tworzyw na bazie żywic. Ostatnią częścią sesji referatowej były prelekcje związane z kompozytami metalowymi i ceramicznymi oraz ich produkcją.



## Targi promują

Organizatorzy Targów KOMPOZYT-EXPO® mają świadomość, że realizują przedsięwzięcie o wielkim potencjale. We współpracy z Re:view oraz wystawcami powstał w tym roku reportaż „Sites of compoSITES” ukazujący nieograniczone możliwości materiałów kompozytowych, ich nietypowe właściwości, a przede wszystkim zastosowanie w prawie każdej dziedzinie naszego życia. Dzięki licznym działaniom promocyjnym przekaz dotarł do szerokiej grupy odbiorców, także do osób niezwiązanych z przemysłem. ■

# Klucz zwiększa bezpieczeństwo – pokrętła z kluczem firmy KIPP

Uchwyty i przyciski KIPP służą do ręcznego mocowania i zaciskania. Są stosowane na przykład w budowie maszyn, narzędzi, instalacji oraz w urządzeniach kontrolujących i medycznych. Zwłaszcza w obszarach istotnych dla bezpieczeństwa uchwyty z kluczem zyskują przewagę. Zapobiegają nieuprawnionemu zwolnieniu oprawki lub połączenia.

Firma KIPP poszerzyła swój asortyment między innymi o pokrętła gwiazdźdźiste pięcioramienne z kluczem przeznaczone do budowy urządzeń. Znajdą one także zastosowanie w przemyśle opakowaniowym, budowie maszyn specjalnych, budowie narzędzi specjalnych oraz karawaningu. Same uchwyty są wykonane z termoplastu, elementy stalowe pasywowane na niebiesko, a wkładka bębnekowa jest wykonana z cynkowego odlewu ciśnieniowego. Takie zestawienie materiałów gwarantuje odporność na ciepło do 100°C.

Pokrętła gwiazdźdźiste pięcioramienne są dostępne z gwintem wewnętrznym i gwintem zewnętrznym w rozmiarach M8

i M10. Dodatkowo KIPP oferuje rozmiar M6 w wariacie z gwintem wewnętrznym. Gwint zewnętrzny ma zawsze długość 20 mm. Zakres dostawy obejmuje zawsze dwa klucze, które można wyciągnąć w obu położeniach (otwartym lub zamkniętym). Pokrętła gwiazdźdźiste pięcioramienne w wariacie standardowym wykorzystują zasadę jednego klucza, czyli kilka pokręteł można otworzyć lub zamknąć jednym kluczem, co ułatwia codzienną obsługę. Na zamówienie firma KIPP może zrobić warianty specjalne z różnymi kluczami lub innymi wariantami gwintu.



Klucz zwiększa bezpieczeństwo – pokrętła z kluczem firmy KIPP

KIPP POLSKA Sp. z o.o.

ul. Ostrowskiego 7, 53-238 Wrocław

tel. 71 339 21 44, e-mail: przemyslaw.slaby@kipp.pl

reklama

Technologia Mocująca | Standardowe Elementy Maszyn | Elementy Manipulacyjne

HEINRICH KIPP WERK



Firma HEINRICH KIPP WERK jest producentem i dostawcą produktów z zakresu technologii mocującej, standardowych elementów maszyn oraz elementów manipulacyjnych.

Nasza oferta obejmuje ponad 36 000 komponentów.



Ponad **4 000** nowości

www.kipp.pl

# TOOLEX – niezawodne narzędzie w biznesie

Międzynarodowe Targi Obrabiarek, Narzędzi i Technologii Obróbki TOOLEX to jedno z wiodących wydarzeń w Europie Środkowo-Wschodniej. Równoległe z ich 12. edycją odbyły się Targi Olejów, Smarów i Płynów Technologicznych dla Przemysłu OILexpo. Tegoroczną tematykę Targów dopełnili również wystawcy Salonów: Automatykacji dla Automotive – TOOLEX dla Automotive oraz Łożysk i Elementów Napędowych – Przemysł w Ruchu.

**W**ystawcy potwierdzają, że TOOLEX to doskonałe narzędzie biznesowego sukcesu – to tutaj zawierają liczne transakcje, nawiązują nowe kontakty biznesowe i podtrzymują dotychczasowe relacje ze stałymi kontrahentami. To najważniejsze wydarzenie dla branży o randze europejskiej w sezonie jesiennym, w którym nie sposób nie uczestniczyć. Targi TOOLEX sukcesywnie wyznaczają trendy – towarzyszą im bowiem liczne prezentacje nowości i premier na polskim rynku.

## TOOLEX – OILexpo w liczbach

- 528 wystawców z 13 krajów.
- Blisko 600 reprezentowanych marek.
- 450 maszyn w ruchu.
- 15 000 m<sup>2</sup> ekspozycji targowej.
- Ponad 10 000 zwiedzających.
- Kilkadziesiąt nowości i premier.

## Mierzalny sukces

12. edycja TOOLEX zgromadziła imponującą liczbę wystawców i marek. Liderzy rynku, wartościowe spotkania merytoryczne oraz zwiedzający poszukujący nowych opcji zakupowych – to od lat najważniejsze czynniki wpływające na sukces oraz nieustający rozwój Targów. Firmy prezentujące swoją ofertę wykorzystały powierzchnię 15 000 m<sup>2</sup>, dostępną w dwóch pawilonach Centrum Targowo-Konferencyjnego Expo Silesia. W porównaniu do pierwszych targów w 2008 r. liczba wystawców prezentujących swoje rozwiązania wzrosła blisko 5-krotnie, natomiast liczba klientów odwiedzających ich stoiska ponad 3-krotnie. Nic dziwnego, skoro specjaliści z branży uznają wizytę na Targach TOOLEX za obowiązkową. Wystawę odwiedziło ponad 10 tys. zwiedzających.

## Więcej niż targi

TOOLEX to nie tylko wystawa eksponatów i rozwiązań, ale i atrakcyjny program, na który składają się liczne spotkania poświęcone między innymi obróbce metalu, problematyce smarowania czy wizualizacji procesów. Podczas jubileuszowego XL Środowiskowego Seminarium Tribologów, organizowanego przez Polskie Towarzystwo Tribologiczne oraz Katedrę Eksploatacji Pojazdów Samochodowych Wydziału Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej, uczestnicy mogli zapoznać się z problematyką smarowania w transporcie szynowym. Coroczne spotkanie z firmą SANDVIK cieszyło się również ogromnym zainteresowaniem, podobnie jak seminarium dot. indukcyjnej obróbki cieplnej w procesach technologicznych, organizowane przez Politechnikę Śląską, Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii, ELKON Sp. z o.o., czy spotkanie organizowane przez Pawła Ziobro, ZPT, dotyczące zastosowania innowacyjnych technologii i metod badawczych w kompleksowej optymalizacji procesu obróbki skrawaniem. Targom towarzyszyło również jedno z najbardziej rozpoznawalnych wydarzeń branżowych w kraju: „Starcie Szlifierzy” firmy 3M, czyli zawody w szlifowaniu, które powstały z myślą o tej grupie zawodowej.

## Medale i nagrodzeni

Prestżowy Konkurs o Medal Expo Silesia dla najlepszego produktu prezentowanego podczas Targów cieszył się ogromnym zainteresowaniem. Uroczyste wręczenie nagród odbyło się na wieczornej gali dla Wystawców. Do opisu każdego ze zgłoszonych produktów bez



wahania można użyć słów: innowacyjny, nowoczesny, unikalny i funkcjonalny. Komisja Konkursowa przyznała 2 medale firmom: SERON KOŁODZIEJCZYK Sp. j. za wycinarkę światłowodową FiberCut oraz GF MACHINING SOLUTIONS Sp. z o.o. za centrum do produkcji addytywnej z metalu DMP Flex 350. Przyznano również wyróżnienia: dla firmy MARCOSTA RYSZARD STARCZEK za polerkę NGC oraz dla firmy STIGAL za system znakowania i opisywania detali. ■



# Przemienniki PowerFlex® 755T marki Allen-Bradley

Tomasz Depta

Ograniczenie poziomu wyższych harmonicznych pozwala w znaczącym stopniu poprawić jakość energii elektrycznej, którą zasilane są urządzenia. Lepsza jakość energii przekłada się z kolei na zmniejszenie strat oraz zwiększenie niezawodności, a tym samym: pomnażanie zysków dla firmy. Poszukując sposobów na zwiększenie efektywności swoich aplikacji przemysłowych, warto bliżej przyjrzeć się zagadnieniu.

Wyższe harmoniczne prądów oraz napięć należą obecnie do najczęściej występujących zaburzeń wprowadzanych do sieci energetycznej poprzez m.in. urządzenia energoelektroniczne, takie jak przemienniki częstotliwości.

Chcąc przeciwdziałać zaburzeniom sieci energetycznej, wiele zakładów produkcyjnych postanowiło zainwestować w przemienniki częstotliwości wyposażone w 6-pulsowy prostownik. Zastosowanie powyższego rozwiązania wiąże się jednak z koniecznością poboru z sieci zasilającej prądu o stosunkowo wysokim współczynniku odkształcenia ( $THD_1 < 45\%$ ). Tym samym nie spełnia ono standardów normy IEEE 519, negatywnie wpływając na sieć, z której jest zasilane. Niezawodność nowoczesnego

układu napędowego jest zasadniczym warunkiem prawidłowego funkcjonowania aplikacji przemysłowych.

Mając to na uwadze, warto wybrać skuteczne rozwiązanie: układy napędowe PowerFlex® marki Allen-Bradley.

## Droga do oszczędności i niezawodności

Jednym z głównych atutów układów napędowych marki Allen-Bradley z rodziny PowerFlex® jest kompleksowe podejście inżynierów Rockwell Automation do zagadnienia ograniczania emisji wyższych harmonicznych. Producent urządzenia zadbał o to, by użytkownik miał możliwość samodzielnego monitorowania parametrów energii elektrycznej. W cenie przemienników PowerFlex® dostarczane są również: układ filtrów wyższych harmonicznych oraz układ pomiarowy z serii PowerMonitor™, umożliwiający monitorowanie współczynników  $THD_1$  oraz  $THD_U$ , których wartości są kluczowe z punktu widzenia omawianego zagadnienia.

Chcąc zredukować negatywne oddziaływanie przemiennika na sieć zasilającą, w konstrukcji układu napędowego najczęściej wykorzystuje się zamiennie dwa rozwiązania:

- Przemienniki serii PowerFlex® 753 lub 755 z dodatkowym zewnętrznym filtrem wyższych harmonicznych (pasywnym lub aktywnym). Szeroka gama zewnętrznych filtrów wyższych harmonicznych umożliwia stworzenie układu napędowego spełniającego wymóg  $THD_1 = 5,0\%$  lub  $THD_1 = 10,0\%$  (przy odpowiedniej wartości współczynnika  $THD_U$ ). Filtry dostępne są w kilku wariantach obudowy, a dzięki możliwości ich równoległego połączenia znajdują także zastosowanie w układach napędowych o mocy powyżej 200 kW.
- Przemienniki serii PowerFlex® 755T, standardowo wyposażone w pasywny filtr wyższych harmonicznych. Jedną z najnowocześniejszych tego typu konstrukcji obecnych na rynku. Przemienniki zostały wyposażone we w pełni sterowalny prostownik, wykonany w układzie AFE (*Active Front End*). Rozwiązanie to obniża współczynnik  $THD_1$  prądu pobieranego z sieci do wartości 3–5% oraz sprawia, że z punktu widzenia sieci zasilającej przemiennik stanowi obciążenie czysto rezystancyjne (praca ze współczynnikiem mocy równym jedności). Rozwiązanie zastosowane w przemiennikach Allen-Bradley z serii PowerFlex® 755T spełnia standardy normy IEEE 519 oraz umożliwia dwukierunkowy przepływ energii pomiędzy siecią zasilającą a silnikiem (praca generatorowa silnika).

reklama

## PRZEMIENNIKI CZĘSTOTLIWOŚCI

# PowerFlex 755T

Wybierz najlepszy model do swojej aplikacji z szerokiej oferty RAControls

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

**RA Controls**  
PROMOTOR INNOWACJI W PRZEMYSLE



Authorised  
Distributor

A ROCKWELL AUTOMATION PARTNER



### PowerMonitor™

Na rodzinę układów pomiarowych PowerMonitor™ składają się trzy serie produktowe, różniące się standardowym wyposażeniem, zakresem wykonywanych pomiarów i analiz oraz możliwościami komunikacyjnymi:

- PowerMonitor™ 500;
- PowerMonitor™ 1000;
- PowerMonitor™ 5000.

Każda z serii może być w pełni zintegrowana ze sterownikiem PLC, zaś dodatkowe oprogramowanie pomiarowe „FactoryTalk® EnergyMetrix” umożliwia przeprowadzanie zaawansowanych pomiarów oraz analiz.

Dodatkowo do każdej serii urządzeń dedykowany jest odpowiedni zestaw


akcesoriów, takich jak przekładniki pomiarowe, elementy montażowe czy elementy zabezpieczające.

### Kompleksowa oferta, kompletne rozwiązanie

Układy napędowe o obniżonej emisji wyższych harmonicznych z serii PowerFlex® 750, dzięki najnowocześniejszej konstrukcji oraz spełnieniu standardów normy IEEE 519, znajdują zastosowanie w najbardziej wymagających aplikacjach napędowych, w których konieczne jest zminimalizowanie negatywnego wpływu układów napędowych na sieć zasilającą.

Dzięki kompleksowej ofercie RAControls – autoryzowany dystrybutor marki Allen-Bradley i promotor

innowacji w przemyśle – jest jednym z nielicznych dostawców, który może zaoferować użytkownikowi kompletne rozwiązanie: układ napędowy o obniżonej emisji wyższych harmonicznych wraz z układem pomiarowym pozwalającym na stałą kontrolę kluczowych parametrów energii elektrycznej. ■

 Tomasz Depta, e-mail: tdepta@racontrols.pl  
tel. 691 780 137

**RAControls Sp. z o.o.**

ul. Kościuszki 112

40-519 Katowice

tel. 32 788 77 00

e-mail: biuro@racontrols.pl

www.racontrols.pl

#### WYDARZENIA

##### ● Czujnik inspirowany oczami pająka

Zespół naukowców z Harvardu opracował wydajny czujnik głębi, inspirowany się pajakami potrafiącymi dokładnie wylądować na swoim celu po skoku na odległość kilku długości ich ciała.

Czujniki głębi są używane w smartfonach do takich funkcji, jak odblokowywanie twarzy. Działają one w oparciu o wykorzystanie tysięcy kropek laserowych mapujących szczegóły twarzy, co wymaga szybkiego procesora i relatywnie sporej ilości energii na potrzeby wykonywania wielu obliczeń. Badacze szukali sposobu na realizację podobnych funkcji, jednak w niewielkich urządzeniach posiadających małe akumulatory, takich jak inteligentne zegarki czy mikroroboty.

Aby znaleźć bardziej wydajny sposób pomiaru głębi, postanowili sięgnąć w swoich rozważaniach ku naturze. U ludzi każde oko rejestruje nieco inny obraz, a oba są porównywane w celu określenia odległości, jednak skaczące pająki, pomimo posiadania małych mózgów, potrzebują jej równie dokładnej percepcji. W każdym ich oku znajdują się dedykowane warstwy siatkówki, które rejestrują obrazy o różnym stopniu rozmycia. Obraz obiektu może być rozmasany w jednym oku, natomiast ostry w drugim, co pozwala na efektywne

obliczenie dystansu dzielącego pajęcza od jego ofiary.

Aby odtworzyć zdolności skaczących pajaków w strukturze czujnika, naukowcy zastosowali metasoczewki, które mogą generować dwa obrazy o różnych stopniach rozmycia jednocześnie. W przeciwieństwie do wielowarstwowej siatkówki metasoczewki dzielą wiązkę światła i tworzą dwa różne rozmyte obrazy umieszczone bezpośrednio na fotosensorze. Badacze opracowali wysoce wydajny algorytm, który porównuje uzyskane dane, opracowując w ten sposób mapę głębi. Metasoczewka i optymalna metoda obliczeniowa tworzą wspólnie nowy rodzaj kamery, która może znaleźć zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu i rozrywki.

Źródło: engadget

##### ● Kolejna iteracja RoboBee

Badacze z Harvardu wciąż udoskonalają kolejne generacje robotów RoboBee. Ostatnia wersja robotycznych pszczoł wykorzystuje miękkie sztuczne mięśnie, które pozwalają im latać bez doznawania obrażeń.

Mogą one bez problemu uderzać w ściany, zderzać się z ziemią, a nawet z innymi jednostkami. Konstrukcje oparte o miękkie mięśnie istniały już wcześniej, ale tym razem po raz pierwszy

udało się uzyskać satysfakcjonującą gęstość mocy, pozwalającą w sposób pewny sterować ruchami miniaturowych maszyn.

Udało się to dzięki wyrafinowanym materiałom. Siłowniki wykonane są z elastomerów dielektrycznych, które odkształcają się pod wpływem pola elektrycznego i posiadają dobre właściwości izolacyjne. Elektrody wytrzymują pracę z częstotliwością 500 Hz, co można śmiało porównać z osiąganymi standardowymi siłownikami. RoboBee są przystępne w montażu i naprawie, dzięki czemu można je skalować poprzez wykorzystanie większej liczby skrzydeł i siłowników, co może pomóc przy obsłudze bardziej złożonych zadań.

Technologia wciąż jest mniej wydajna w porównaniu do stosowanej w budowie konwencjonalnych robotów. Naukowcy mają jednak nadzieję ją udoskonalić i ostatecznie wprowadzić na rynek komercyjny. Jeśli im się uda, istnieje wiele potencjalnych zastosowań dla tego typu robotów. Naukowcy uważają, że będą przydatne w misjach poszukiwawczo-ratowniczych, w których mogą zostać zmuszone do poruszania się po niebezpiecznych gruzach w poszukiwaniu ocalałych.

Źródło: yahoo

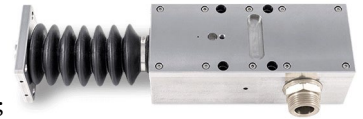
# Enkoder liniowy w obudowie ze stali nierdzewnej serii RLI 4300 firmy LeineLinde

W dzisiejszym artykule prezentujemy Państwu enkoder liniowy w obudowie ze stali nierdzewnej serii RLI 4300 firmy LeineLinde. Urządzenie pracuje z dokładnością do 3  $\mu\text{m}$ . Sygnały pomiarowe mogą być przesyłane na odległość do 150 m. Obudowa enkodera wykonana jest ze stali nierdzewnej (1.4104) i została stworzona w odpowiedzi na zapotrzebowanie producentów stali na niezawodny system pomiarowy o dużej dokładności. Zdolność do pracy w bardzo trudnych warunkach – przy szybkich i gwałtownych zmianach temperatury otoczenia – to niewątpliwa zaleta urządzenia. Ze względu na solidność wykonania i niezawodność jest ono cenione w przemyśle ciężkim jako urządzenie przeznaczone do dostarczania danych niezbędnych do kontrolowania procesu produkcji stali.

Jednym z ważniejszych elementów enkodera liniowego serii RLI 4300 firmy LeineLinde jest bramka ERG, która konwertuje sygnały analogowe czujników na cyfrowe sygnały przyrostowe i w tej postaci dostarcza je do głównego systemu sterowania aplikacji. Bramka ERG posiada funkcję określania aktualnego stanu urządzenia za pomocą diody LED – sygnalizuje alarmy oraz przydatne funkcje diagnostyczne enkodera. Dla bardziej wymagających aplikacji urządzenie oferuje kompleksową transmisję danych opartą na interfejsie Profibus z możliwością analizy danych i konfiguracji systemu online. Warto również wspomnieć, że bramka ERG umieszczona jest w obudowie wysokiej jakości, zapewniającej stopień ochrony IP67.

Poniżej przedstawiamy najważniejsze parametry enkodera liniowego serii RLI 4300 firmy LeineLinde:

- dokładność  $\pm 3 \mu\text{m}$ ;
- sygnał wyjściowy 1 Vpp;
- zakres pomiarowy 60 mm;
- napięcie zasilania 5 V DC  $\pm 5\%$ ;
- pobór prądu  $< 100 \text{ mA}$ ;
- prędkość maksymalna 15 m/min;
- maksymalna długość przewodów do 150 m;
- współczynnik rozszerzalności  $\alpha t \approx 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ;
- temperatura pracy od 0 do  $+70^\circ\text{C}$ ;
- temperatura magazynowania od  $-20$  do  $+70^\circ\text{C}$ ;
- stopień ochrony IP67;
- odporność na wibracje wg IEC 60068-2-64  $\leq 500 \text{ m/s}^2$ , 55–2000 Hz;
- odporność na uderzenie wg normy IEC 60068-2-27  $\leq 500 \text{ m/s}^2$ , 11 ms.



Szczegółową ofertę firmy LeineLindeznajdą Państwo na stronie internetowej [www.leinelinde.com.pl](http://www.leinelinde.com.pl). ■



**TERM Tomasz Sobczak**  
ul. Opolska 22/8  
41-500 Chorzów  
tel. 32 249 85 99  
fax 32 249 92 89  
e-mail: [info@term.pl](mailto:info@term.pl)  
[www.term.pl](http://www.term.pl)

reklama



**kupuj on-line**  
[sanyu.eu/sklep](http://sanyu.eu/sklep)

+48 32 345 20 20  
[info@sanyu.eu](mailto:info@sanyu.eu)  
[www.sanyu.eu](http://www.sanyu.eu)



**SANYU.eu**  
falowniki • softstarty



Testowane i Serwisowane w Polsce  
+48 606 945 936



OSZCZĘDŹ ŚRODOWISKO I TWOJE PIENIĄDZE  
ECO-MONEY SAVING



od 2013 r.  
**SANYU.eu**  
na polskim rynku

# Roboty stworzone do współpracy – Forum Cobotyki 2019

Trzecia edycja największego w Polsce święta robotów i aplikacji współpracujących za nami. 17 października 2019 r. we Wrocławiu odbyło się Forum Cobotyki – konferencja stanowiąca platformę wymiany doświadczeń pomiędzy wiodącymi producentami i integratorami z branży robotów współpracujących i mobilnych oraz ich klientami. Organizatorem wydarzenia była firma ProCobot. Patronat Honorowy objęła Agencja Rozwoju Aglomeracji Wrocławskiej, natomiast partnerami strategicznymi były firmy Mobile Industrial Robots oraz Universal Robots.

**W** Forum udział wzięło blisko 300 przedstawicieli ekspertów z branży: dyrektorzy fabryk, menedżerowie produkcji, inżynierowie robotycy oraz automatycy zarówno z dużych, jak i małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych. Podczas wydarzenia zaprezentowano 22 aplikacje zrobotyzowane i wysłuchano 15 prelekcji polskich oraz zagranicznych ekspertów. Przedstawiono m.in. *case story* z wdrożenia robota MIR w nowej fabryce suszarek firmy Whirlpool w Łodzi. Wśród prelegentów znalazł się Thomas Visti, CEO Mobile Industrial Robots, który opowiedział, w jaki sposób przedsiębiorstwa mogą za pomocą cobotów zwiększać swoją efektywność, i bezpieczeństwo.

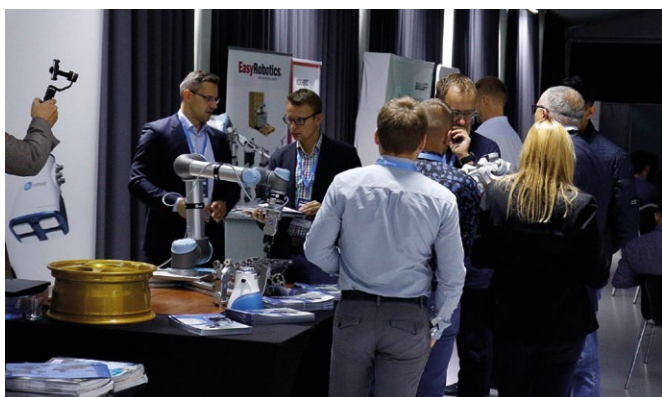
Podczas konferencji zaprezentowano aplikacje zrobotyzowane, które już teraz mogą być wdrażane w polskich firmach produkcyjnych, m.in. pobieranie losowo ułożonych detali z wykorzystaniem systemu wizyjnego 3D, precyzyjny montaż elektroniki na płytce PCB, obsługa maszyny tokarskiej z wykorzystaniem podwójnego chwytaka czy wykorzystanie cobota w testach typu *End-of-Line*.



– Coboty pozwoliły otworzyć dla robotyki obszary dotychczas dla niej zamknięte. Roboty współpracujące w sposób szczególnie nadają się do automatyzacji w małych i średnich przedsiębiorstwach, gdzie instalacja tradycyjnych robotów do produkcji krótkich serii produkcyjnych byłaby zbyt kosztowna – mówił podczas wydarzenia Marcin Gwóźdź, wiceprezes ds. sprzedaży ProCobot. – Roboty współpracujące są też odpowiedzią na problemy rynku związane z poszukiwaniem zasobów ludzkich do pracy. Dzięki odciążeniu od zadań uciążliwych oraz dzięki skróceniu przestojów pracownicy mogą skoncentrować się na zadaniach o większej wartości dodanej. To oznacza optymalizację kosztów, a co za tym idzie – lepszą pozycję konkurencyjną.

Roboty współpracujące wspierają pracowników w realizacji procesów przemysłowych i odciążają ich w zadaniach monotonnych oraz niebezpiecznych. Urządzenia te wyróżnia kompaktowa budowa, funkcjonalność, bezpieczeństwo użytkowania i łatwość programowania (implementacji) i eksploatacji – ramię w ramię z człowiekiem. Ze względu na te właściwości coboty odgrywają istotną rolę w transformacji cyfrowej, przyczyniając się do poprawy wydajności polskich przedsiębiorstw i obniżenia kosztów produkcji przy jednoczesnym zwiększeniu jej elastyczności. Celem wydarzenia było zaprezentowanie korzyści płynących z wdrożenia cobotów, szczególnie w obliczu trudności w znalezieniu oraz utrzymaniu pracowników produkcyjnych, z jakimi zmagają się obecnie firmy.

Wśród partnerów tegorocznej edycji Forum Cobotyki znalazły się takie firmy, jak: AKE Robotics, Balluff, Biuro Inżynierskie IEC, DLL, Drim Robotics, EasyRobotics, Elokon, KOGENA, Octant, OnRobot, Pneumatic Complex, Robotiq, Schmalz, SICK, Siemens oraz Sparkrobots.



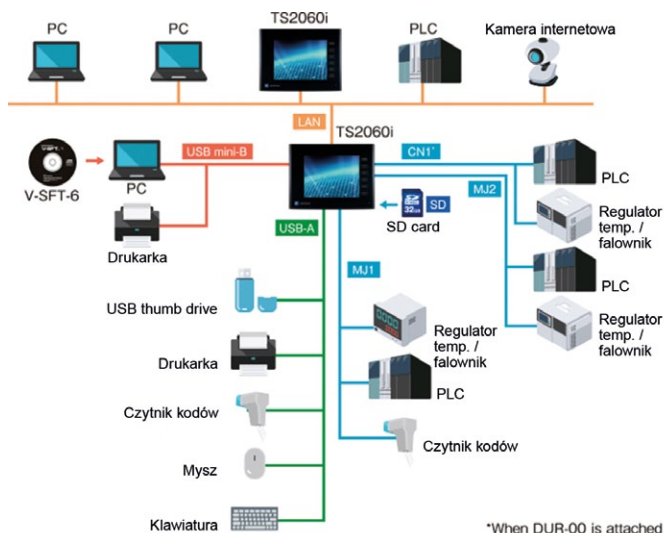
# MONITOUCH seria TECHNOSHOT TS2000 – ekonomiczne rozwiązania dla aplikacji przemysłowych

Daniel Sybilski

Upowszechniająca się automatyzacja aplikacji przemysłowych daje możliwość coraz większej centralizacji zarządzania procesami produkcyjnymi. O ile przy projektowaniu linii mamy możliwość swobodnej konfiguracji zestawu urządzeń i wyboru ich protokołu komunikacji, o tyle przy modernizacji już istniejących często spotykanym problemem jest brak obsługi wspólnego protokołu dla wszystkich komponentów.

Rozwiązaniem problemów wielu integratorów systemów jest seria paneli HMI TS2000 firmy Fuji Electric. Dostępne są dwa warianty urządzenia: TS2060 i TS2060i. Oba posiadają ekrany wielkości 5,7". Różnica polega na wbudowanym porcie Ethernet (wersja TS2060i) pozwalającym na komunikację sieciową z wieloma urządzeniami dzięki możliwości otwarcia wirtualnych portów komunikacyjnych. Matryce ekranów urządzeń posiadają rozdzielczość 320 × 240 i możliwość wyświetlania do 65,536 kolorów.

Seria TS2000 dzięki rozbudowanym możliwościom instalacji opcjonalnych modułów pozwala na komunikację pomiędzy panelem a urządzeniem zewnętrznym przy użyciu protokołu: OPCN-1, T Link, CC-Link, Ethernet, PROFIBUS-DP, SX bus, DeviceNet oraz FL-net. Dodatkową zaletą jest obsługa jednego z najlepiej spopularyzowanych protokołów – MODBUS (RTU oraz TCP/IP). Dzięki tym zaletom HMI może pośredniczyć w wymianie danych pomiędzy urządzeniami nieposiadającymi obsługi wspólnego protokołu komunikacyjnego. Tryb takiej pracy panelu bardzo często wykorzystywany jest przy zmodernizowanych liniach produkcyjnych zarówno w przemyśle żywnościowym, jak i maszynowym czy chemicznym.



Kolejnym atutem serii paneli TECHNOSHOT jest ilość wbudowanych interfejsów, takich jak USB 2.0 (typu A i typu B), porty szeregowo, port Ethernet oraz slot kart pamięci SD. Poprawne ich wykorzystanie pozwala na rejestrację danych w formie plików „csv” i/lub „bin” oraz ich udostępnianie w sieci lokalnej. Co więcej, seria charakteryzuje się bardzo dobrą współpracą z takimi urządzeniami biurowymi, jak drukarka, skaner kodów, myszka czy klawiatura.

Przewodnią myślą podczas projektowania paneli TS2000 były duże możliwości komunikacyjne przy zachowaniu odpowiedniej proporcji pomiędzy ceną produktu i jakością jego wykonania. Te oraz inne panele HMI japońskiej firmy Fuji Electric stanowią bardzo dużą konkurencję dla już obecnych, na rynku interfejsów graficznych, rozwiązań.

Daniel Sybilski

www.amtek.pl

reklama

## Systemy sterowania Fuji Electric

- panele operatorskie HMI
- sterowniki PLC
- przetwornice częstotliwości
- aparatura pomiarowa
- programowanie i integracja

 **amtek**

www.amtek.pl / amtek@amtek.pl  
tel. 22 866 41 40 / fax 22 866 41 41

# TRAKO 2019 – wydarzenie w skali europejskiej

Ryszard Klencz

Gdańsk z Amber Expo w dniach 24–29 września był współgospodarzem wydarzenia europejskiego wymiaru, jakim niewątpliwie było spotkanie branży transportu szynowego z prezentacją innowacyjnych rozwiązań oraz infrastruktury kolejowej – XIII Międzynarodowe Targi Kolejowe Trako 2019, drugie co do wielkości w Europie.

Prezes zarządu MTG Andrzej Bojanowski, otwierając trzynastą edycję Targów TRAKO, powiedział, że ta 13 jest szczęśliwa, to już 25 lat historii. TRAKO to nie tylko setki stoisk wystawców, zajmujące powierzchnię 30 tys. m<sup>2</sup>. W Gdańsku powstało ponad 30 km nowych tras tramwajowych oraz linia kolejowa Pomorska Kolej Metropolitalna. To także 40 wydarzeń towarzyszących: seminariów, konferencji, prezentacji i debat.

– TRAKO w Gdańsku umacnia swoją markę wicelidera targów kolejowych w Europie. W Polsce jest to największe wydarzenie w branży – Krzysztof Mamiński, prezes zarządu PKP SA.

– Bez zaplanowanych działań dotyczących rozwoju transportu szynowego trudno mówić o ochronie klimatu na przyszłość. Na TRAKO możemy oglądać najnowsze rozwiązania techniczne dla branży. Mamy w planach kilka projektów związanych z dalszym rozwojem transportu szynowego w naszym mieście – prezydent Gdańska, Aleksandra Dulciewicz.

– Sto miliardów złotych wydatkowanych obecnie na odbudowę naszej kolei w ramach programów unijnych zmieni ją w sposób nieodwracalny. To ważne także dla wielu naszych partnerów, którzy realizując kontrakty dla spółek PKP, liczyć mogą na stabilność własnego rozwoju – minister Infrastruktury, Andrzej Adamczyk.

Ekspozycja w plenerze przyciągnęła tłumy zwiedzających.

– Obecnie przyjęliśmy założenie, że całość inwestycji intermodalnej w rozwój logistyki będzie zapewniony na lata

2020–2030, natomiast to, co robimy teraz, to dwa istotne projekty. Pierwszy projekt dotyczy porozumienia, które podpisaliśmy o habie multimodalnym Bydgoszcz Emilianowo, to platforma multimodalna, węzeł kolejowy umożliwiający przeładunek towarów z jednego środka transportu na inny. Drugi projekt, który zamierzamy rozpocząć, to powołanie spółki celowej na budowę habu intermodalnego w Karsznicach, na przecięciu linii do portu przeładunkowego. Trzeci projekt to jest projekt na wschodzie, tzw. polska linia szerokotorowa, którą wiążemy z terminalem intermodalnym – Mirosław Antonowicz, Wiceprezes Polskich Kolei Państwowych SA.

– Nowag zaprezentował Lokomotywę Griffin, którą kupiło PKP Intercity w liczbie 20. Nowość na rynku przewozów pasażerskich, zespół trakcyjny 36WEhd. Lokomotywa elektryczna Dragon 2 przeznaczona do ciągnięcia ciężkich składów towarowych – Adam Magiera, Newag SA.

– Bombardier Transportation, dostawca rozwiązań dla mobilności, oraz Akiem, przedsiębiorstwo prowadzące leasing lokomotyw, zaprezentowały na Międzynarodowych Targach Kolejowych TRAKO 2019 nową lokomotywę BOMBARDIER TRAXX DC3 dla rynku polskiego. Targi TRAKO są największym spotkaniem przedstawicieli branży kolejowej w Polsce, na którym prezentowane są najnowocześniejsze rozwiązania w zakresie systemów transportowych oraz infrastruktury kolejowej – Maciej Kaczanowski.

– Pesa zaprezentowała ezet Elf 2, realizację dla Kolei Wielkopolskich bazującą





na doświadczeniach wcześniej zdobytych. 22 zostało już dostarczonych, 5 w najbliższych miesiącach, potem jeszcze 5 dodatkowo. Wchodzą nowe technologie, bezpieczeństwo wzrasta, wszystkie nasze pojazdy korzystają z wypracowanych rozwiązań, we wszystkich stosujemy bardzo podobne elementy. W tej chwili mamy zakupione nowe technologie i są to pojazdy bardzo bezpieczne. Są to dzisiaj jedne z bardziej bezpiecznych pojazdów w Polsce. Z Wielkopolską mamy bardzo dobre relacje, Wielkopolanie bardzo dobrze dbają o pojazdy, my mamy

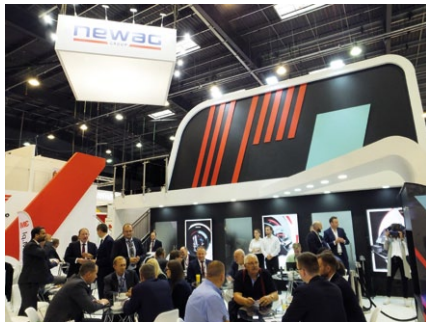
22 dostarczone pojazdy, mają one prawie 100-proc. wskaźniki. Nigdzie te pojazdy nie są tak czyste, jak w Wielkopolsce. Tak po prostu jest. To się wiąże z utrzymaniem technicznym. Troskę serwisu Kolei Wielkopolskich o te pojazdy widać. I my uważamy, że jest OK – ich jakość, nasze pomysły. Ale z drugiej strony chodzi o sposób obchodzenia się z nimi. Tramwaj Twist jest dla Gorzowa Wielkopolskiego. Jego energooszczędność zwraca uwagę – Piotr Mazurek, PESA.

– Standardy BHP i bezpieczeństwo są priorytetami w Grupie DB Cargo Polska.

Dlatego Grupa przechodzi transformację w kierunku proaktywnej identyfikacji zagrożeń i zapobiegania wypadkom, na przykład przez wczesną reakcję na zgłoszenie o niebezpiecznych warunkach – Andrzej Wyszyński, DB Cargo SA.

– Stadler Polska zaprezentowała elektryczny zespół trakcyjny Flirt 3 dla Kolei Mazowieckich oraz tramwaj dla czeskiego miasta Ostrawa – Marta Jarosińska, Stadler Polska.

– Copma Polska działa w branży kolejowej i tramwajowej, energetycznej, morskiej. Jesteśmy producentem i dostawcą



kompleksowych rozwiązań dźwigowych, co owocuje kolejnymi projektami – Robert Bielatowicz, Copma Polska.

– Caterpillar produkuje silniki o zapłonie samoczynnym już ponad 90 lat. Dekady doświadczeń przekładają się na najszerszą na rynku ofertę ponad 700 modeli o mocy znamionowej od 8 kW do 8 MW, ale także na najwyższą doskonałość konstrukcyjną. Jesteśmy partnerem w transporcie szynowym – Swietłana Więckiewicz, Eneria Sp. z o.o.

– Advantech jest firmą z Tajwanu, ale działa na całym świecie. Jesteśmy w Europie. Nasze biuro zajmuje się centralną i wschodnią Europą. Dla nas jest to ważne, że przy takich inwestycjach, które wspierają rozwój na poziomie technologicznym, Advantech jest dostawcą sprzętu komputerowego od ponad 35 lat. Głównym naszym rynkiem jest rynek przemysłowy. Sektor kolejowy jest jedną z tych gałęzi, w które firma inwestuje. My przede wszystkim widzimy w tym bardzo duży potencjał dla produktów, które

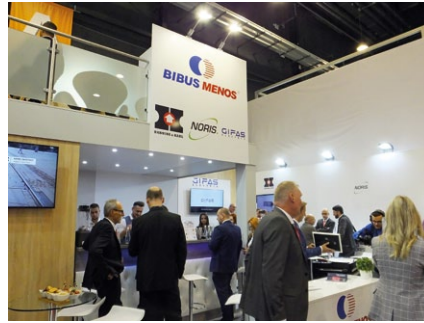
sprawiają, że inwestycja staje się jeszcze bardziej opłacalna. Daje to nowe możliwości zarówno inwestorom, jak i przede wszystkim przewoźnikom oraz odbiorcom końcowym takiej inwestycji. Dlatego że technologie zastosowane w pociągach towarowych czy pasażerskich mają później realny wpływ na zwrot tej inwestycji oraz jej ocenę. Stanowi to bardzo duży potencjał do rozwoju. Mamy nadzieję, że również będziemy uczestniczyć w tych inwestycjach. Ale jest to bez wątpienia wielki potencjał dla firm lokalnych. Za tymi inwestycjami jest bardzo szerokie pole do inwestycji infrastrukturalnych. Kluczową rolę przy tych inwestycjach odgrywa bezpieczeństwo. Wszystko w tej chwili opiera się na danych, ich przesyłaniu. Cyberbezpieczeństwo ma kluczowe znaczenie, dlatego że wojna gospodarcza sprowadza się do kontroli nad danymi. Oczywiście, dane są kluczem do późniejszej analizy, jak ta inwestycja przebiega, jak się zwraca, gdzie są jej słabe punkty, co należy wzmocnić. Bezpieczeństwo

danych związanych z taborami, z całą infrastrukturą, jest kluczowe, bo pozwala na kontrolowanie poszczególnych odcinków transportu, pozwala też przewoźnikom na dostosowanie się do oczekiwań pasażerów. Ale to wszystko opiera się na danych. Nasze rozwiązania opierają się na zbieraniu danych, które są wysyłane w chmurach. Dlatego zabezpieczenie tych danych, niezależnie od tego, gdzie one są składowane, jest kluczowe i różnego rodzaju zabezpieczenia na to pozwalają. Bardzo dużo klientów o to pyta i jest zainteresowanych tymi rozwiązaniami. Nasza oferta to około 8 tysięcy produktów – duża część z tego dotyczy kolei – są certyfikowane i mogą być użyte w infrastrukturze. Opieramy się na zbieraniu tych danych, ich przesyłaniu, a bezpieczeństwo tych danych jest kluczowe – Grzegorz Piwowar, Advantech Europe B.V.

– Targi wypadły bardzo dobrze. Nie chodzi tylko o zdobywanie nowych kontrahentów, ale też o pielęgnowanie tego, co do tej pory udało się zrealizować z obecnymi tutaj producentami w taborze kolejowym, w transporcie szynowym. Dla nas jest to bardzo ważne, że wytyczamy też pewne standardy, jeżeli chodzi o kolejnictwo, bezpieczeństwo w transporcie. Mamy swój wkład w podnoszenie bezpieczeństwa na kolei, te produkty, które proponujemy, idealnie wpisują się w potrzeby kolei, sprawdzają się i dzięki temu jakość usług na rzecz kolei jest bardzo wysoka – Paweł Telus, Inżynier Sprzedaży, Staubli Łódź Sp. z o.o.

– POLREGIO – okres restrukturyzacji, który przeszliśmy w ostatnich trzech latach, zakończył się sukcesem pod koniec roku 2018. Agencja Rozwoju Przemysłu, która stała się większościowym udziałowcem Spółki, otworzyła nowe możliwości do działania. Mogliśmy uregulować wieloletnie zobowiązania, uporządkować zarządzanie Spółką oraz wypracować pierwszy w historii zys finansowy. Obecnie działamy nad rozwojem Spółki, utrzymaniem pozycji lidera w przewozach pasażerskich, a także utrzymaniem stałej rentowności. Dla nas priorytetem jest oferta dla pasażerów, a jej nieodłącznym elementem jest tabor. Część pojazdów już zmodernizowaliśmy lub wymieniliśmy na nowe, natomiast wiele pracy przed nami.





Rozważamy różne możliwości finansowania inwestycji, w tym środki unijne, niemniej dopóki nie zakończy się procedura Komisji Europejskiej w zakresie pomocy publicznej udzielonej Spółce, nie możemy sięgać po środki unijne. Oczywiście liczymy, że decyzja będzie pozytywna, co pozwoli nam na dalsze działania w zakresie unowocześniania taboru spółki dla naszych pasażerów. Natomiast nie siedzimy z założonymi rękoma, przygotowujemy się do rozpoczęcia inwestycji w tabor i chcemy, aby był on nowoczesny, idący z duchem czasu i odpowiadający na potrzeby pasażerów – obecne i przyszłe. Chcemy wyprzedzać rozwój technologii oraz wyprzedzać oczekiwania pasażerów, stąd chętnie obserwujemy nowe technologie i trendy w zakresie wyposażenia pojazdów szynowych i udogodnień dla pasażerów. Jesteśmy w tej kwestii otwarci na rozmowy. Takie inwestycje mogą napędzać gospodarkę, producentów taboru i ich podwykonawców dostarczających różne komponenty i wyposażenie – Dominik Lebda, rzecznik prasowy firmy Przewozy Regionalne.

– Kolej to ludzie, którzy są solidarni. Ja całe swoje życie zawodowe spędziłam na kolei, od jakiś 12 lat – pracowałam w różnych spółkach w Grupie, czwarty rok już w fundacji Grupy. Myślę, że to jest po prostu pasja, miłość to za duże słowo i boję się, żeby nie było opacznie zinterpretowane. Ogromną przyjemność

sprawia mi praca, którą wykonuję. Oczywiście, nie zawsze jest kolorowo i nie ma co się oszukiwać, wiadomo, że w każdej pracy zdarzają się trudniejsze chwile, ale szczęśliwie jakoś udaje się nam je pokonywać. Pomoc wielu życzliwych ludzi pobudza do działania i to właśnie daje zapał do pracy. Nawet w trudniejszych chwilach fakt, że znałam tych wszystkich ludzi, sprawiał, że nie chciałam odchodzić. Zbyt wiele mnie z nimi łączyło, zbyt wiele pozytywnych wspomnień. Robimy wspólnie wiele różnych potrzebnych rzeczy. Wsparcie Pana Prezesa Krzysztofa Manickiego, który jest fundatorem fundacji, pozwala na zaangażowanie innych prezesów w grupie. Wszyscy się szanujemy, wszyscy się akceptujemy, to wszystko idzie do przodu, ale realizujemy też mnóstwo projektów wspólnie, więc ci prezesi mają pozytywny wymiar tego wszystkiego. To jest praca społeczna na rzecz ludzi, ale też zabytków kolejowych. Jednak przede wszystkim ludzie, seniorzy, osoby niepełnosprawne, dzieci, ludzie w potrzebie, chorzy na raka. Łatwiej jest wymienić, czego nie robiliśmy, niż to, co robiliśmy – Katarzyna Kucharek, Fundacja Grupy PKP.

Po otwarciu TRAKO rozpoczęła się debata pod hasłem „Kolej 4.0 – między misją a efektywnością”. Przedmiotem dyskusji był IV pakiet kolejowy, czyli nowe przepisy dla krajów Unii Europejskiej, które zakładają m.in. zmianę zasad dopuszczania do eksploatacji pojazdów

i uzyskiwania certyfikatów bezpieczeństwa dla przewoźników kolejowych.

Uczestnicy debaty „Kolej 4.0”: moderator Wojciech Szelaż; Maurizio Castelletti – szef wydziału ds. kolei Dykrecji Generalnej Komisji Europejskiej ds. mobilności i transportu; Krzysztof Mamiński – prezes zarządu PKP SA; Andrzej Bittel – pełnomocnik rządu ds. przeciwdziałania wykluczeniu komunikacyjnemu; Ignacy Góra – prezes Urzędu Transportu Kolejowego; Josef Doppelbauer – prezes Agencji Kolejowej Unii Europejskiej.

Po zakończeniu debaty Josef Doppelbauer, prezes Agencji Kolejowej Unii Europejskiej, oraz Ignacy Góra, prezes Urzędu Transportu Kolejowego, podpisali umowę o współpracy obu instytucji odnośnie do wdrażania pakietu 4.0 w życie.

Podpisana umowa to zapowiedź wieloletniej współpracy między Agencją Kolejową UE a Urzędem Transportu Kolejowego w Polsce w zakresie tworzenia jednej wspólnej sieci transportu kolejowego w Europie.

Branża się rozwija, producentów jest coraz więcej, także tych z zagranicy. To pokazuje, że polski rynek jest atrakcyjny. Technologicznie nowy pojazd Newagu na hybrydzie zwraca uwagę. Są nowe technologie, widać, że firmy się sprzężają, aby się rozwijać.

Pociągami przez pierwsze trzy kwartały tego roku przewieziono 247 mln osób; to wzrost o blisko 18 mln pasażerów i prawie 8 proc., licząc rok do roku – poinformował Urząd Transportu Kolejowego. W tym roku z usług kolei może skorzystać ok. 330 mln podróżnych.

Transport kolejowy ma duży potencjał rozwoju. ■

## PESA Bydgoszcz na TRAKO 2019 – z doświadczeniem w przyszłość

Targi TRAKO to dla PESA, jak dla większości producentów, najważniejsze wydarzenie branżowe w kontekście rynku krajowego i rynków Europy Środkowo-Wschodniej.

**W** tym roku zaprezentowaliśmy podczas gdańskich Targów dwa nasze nowe pojazdy – ezt ELF2 w wersji dla Wielkopolski oraz tramwaj Twist, wyprodukowany dla Gorzowa.

– Zgodnie z przyjętą strategią rozwoju skoncentrowaliśmy się na ograniczeniu portfolio produktów i dopracowaniu tych konstrukcji, w których mamy największe doświadczenie. Nowe pojazdy są lżejsze, lepiej dopracowane i zużywają mniej energii – mówi Krzysztof Sędzikowski, prezes zarządu firmy Pojazdy Szynowe PESA Bydgoszcz SA.

Obie konstrukcje dzięki wieloletniemu doświadczeniu Pesy wyróżniają się zaawansowanymi rozwiązaniami z zakresu bezpieczeństwa, systemów informatycznych, jak również posiadają liczne udogodnienia dla pasażerów.

Najnowsze Twisty to tramwaje spełniające wymogi stawiane taborowi w kontekście niskoemisyjnego transportu. Niskopodłogowe, lżejsze od poprzedników, wyposażone w falowniki trakcyjne, które umożliwiają odzyskiwanie energii podczas hamowania, co pozwala obniżyć koszty eksploatacji. Dzięki zastosowaniu nowej konstrukcji, opartej na 3 wózkach o zmiennych stopniach usprężynowania, ograniczono również zużycie kół oraz torowiska. Nowy tramwaj dla Gorzowa Wielkopolskiego został wyposażony w system diagnostyki online zgodnie z najnowszymi trendami Internetu Rzeczy (IoT), dzięki czemu można zdalnie monitorować jego stan, na bieżąco sprawdzać parametry eksploatacyjne, a także zawczasu przewidywać konieczność serwisu i wymiany wybranych

części. Gorzowskie Twisty z myślą o pasażerach są ponadto wyposażone w Wi-fi oraz gniazdko do ładowarek w standardzie USB. Design i zaprojektowane funkcjonalności gorzowskiego Twista docenił Instytut Wzornictwa przemysłowego, przyznając mu tytuł Dobry Wzór 2018.

Zaprezentowany podczas Trako najnowszy 48We, czyli pięcioczołowy Elf 2 dla województwa wielkopolskiego, to pojazd spełniający nowe przepisy homologacyjne zgodne z normami TSI, w tym również w zakresie udogodnień dla osób z niepełnosprawnością ruchową.

Najnowszy Elf 2 jest przystosowany do obsługi Europejskiego System Sterowania Pociągami (ETCS) na poziomie 2, (baseline w wersji 3.4.0.), dzięki czemu jest już dostosowany do obsługi systemu łączności GSM-R, który jest dopiero wdrażany na polskiej sieci. Prędkość eksploatacyjna Elfa 2 wynosi 160 km/h, a w zależności od potrzeb przewoźnika pojazdy produkowane są w wersjach od 2 do 5 członów i mogą mieć od 100 do prawie 300 miejsc siedzących.

TRAKO były także dla firmy PESA okazją do przedstawienia efektów programu restrukturyzacji realizowanego w spółce od początku 2018 roku.

Wdrażany od 2018 r. proces zmian przynosi wymierne efekty. Spółka systematycznie zwiększa przychody ze sprzedaży, a pomimo nowej polityki cenowej nastawionej wyłącznie na udział w rentownych projektach o wysokiej marży, tylko w tym roku pozyskała 900 mln zł w nowych zamówieniach.

W 2018 r. nastąpił wzrost przychodów ze sprzedaży o 32% w porównaniu do 2017 r., zaś w 2019 r. o ponad 60% w stosunku do 2018. Udało się ograniczyć koszty stałe o 12%, a w tym roku ma nastąpić ich dalsze zmniejszenie. Dzięki temu w 2020 r. spółka ma osiągnąć dodatni wynik finansowy. Od 2017 do 2019 firmie udało się ponad 10-krotnie poprawić wynik operacyjny z minus

607,9 mln zł do minus 66 mln zł straty prognozowanej w 2019 r.

– Wytężony wysiłek wszystkich pracowników PESY przynosi efekty. Najtrudniejszy okres mamy za sobą, stabilizujemy płynność i możemy skoncentrować się na rozwoju produktów i dalszej optymalizacji wyników. Dzięki sprofilowaniu produkcji i wdrożeniu lepszych procedur projektowania i kontroli jakości nowe pojazdy są coraz lepsze, lżejsze i bardziej energooszczędne – mówi Krzysztof Sędzikowski, prezes zarządu w Pojazdach Szynowych PESA Bydgoszcz.

Bydgoski producent pojazdów szynowych systematycznie, w porozumieniu z klientami, rozwiązuje też usterki w już eksploatowanych pojazdach, co przełożyło się na ponadtrzykrotny spadek liczby otwartych zgłoszeń reklamacyjnych. PESA sukcesywnie poprawia też terminowość dostaw materiałów (od początku 2018 r. nastąpił wzrost terminowości o ok. 14%). To z kolei pozwala zminimalizować opóźnienia w dostawach pojazdów będących w produkcji.

Przedstawiciele PESA aktywnie uczestniczyli również w targowych debatach i konferencjach dotyczących przyszłości i rozwoju kolei w Polsce, przede wszystkim dotyczących oczekiwań wobec producentów, zwłaszcza w kontekście komponentu kolejowego CPK. PESA angażuje się w dialog techniczny w ramach działań prowadzonych przez NCBR i PKP IC, a funkcjonujący w spółce Zespół Rozwoju Produktu od dłuższego czasu analizuje trendy, standardy, normy i oczekiwania przewoźników wobec pojazdów przyszłości z prędkościami powyżej 250 km/h. Efektem jest przygotowanie założeń technicznych, funkcjonalnych i koncepcji pojazdu, dedykowanego dla CPK i mającego się poruszać z prędkością do 250 km/h. Podczas Targów TRAKO PESA zaprezentowała mediom pierwsze wizualizacje tego właśnie pojazdu. ■

# Konferencja ELGOR 2019 za nami. Rozmawiano o przyszłości górnictwa odkrywkowego w Polsce

W dniach 24–25 października br. w Sosnowcu odbyła się 13 edycja Konferencji Naukowo-Technicznej ELGOR, stanowiącej jedno z wiodących wydarzeń z zakresu górnictwa odkrywkowego w Polsce. Ekspertki z całego kraju podzieliły się wiedzą i doświadczeniami na temat najnowszych technologii stosowanych w branży. Patronat honorowy nad wydarzeniem objęło Ministerstwo Energii.

W Konferencji wzięło udział 120 ekspertów reprezentujących przemysł, biznes i naukę, m.in. dyrektorzy techniczni, główni inżynierowie, automatycy i elektrycy kopalni odkrywkowych i cementowni. Odbyło się 13 prelekcji, podczas których poruszano tematykę przenośników taśmowych w górnictwie kruszyw, sterowania maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego oraz pomiarów i diagnostyki maszyn we współczesnej kopalni.

Gości tegorocznej edycji powitali prof. Jacek Szczepiński z instytutu Poltegor oraz Robert Wojniak, Key Account Director w firmie Siemens. Referat otwierający wygłosił prof. Zbigniew Kasztelewicz z Akademii Górniczo-Hutniczej, który poruszył temat uwarunkowań rozwoju górnictwa odkrywkowego w Polsce. Wśród prelegentów tegorocznej edycji znaleźli się też m.in. prof. Lech Gładysiewicz i prof. Robert Król z Politechniki Wrocławskiej, których prelekcja dotyczyła odzysku energii w górnictwie z wykorzystaniem przenośników opadających.

– Dwa lata temu, podczas poprzedniej edycji Konferencji Elgor, mówiliśmy o Industry 4.0 i związanych z nim technologiach – takich jak rozwiązania chmurowe czy *digital twin* – jeszcze w kontekście zapowiedzi ich pojawienia się w przyszłości. W tym roku mówimy już o realnych wdrożeniach digitalizacyjnych, a prezentacje teoretyczne są poparte konkretnymi referencjami – mówi Robert Wojniak, pomysłodawca Konferencji. – Przykładami takich rozwiązań są m.in. metoda kontroli i optymalizacji przenośnika taśmowego przy użyciu jego cyfrowego bliźniaka, o której opowiedzieli eksperci z firmy



Voith, czy inteligentne rozdzielnice monitorowane w chmurze danych, zaprezentowane przez Siemens.

Konferencja zorganizowana była pod auspicjami Instytutu Górnictwa Odkrywkowego Poltegor oraz pod patronatem: Ministerstwa Energii, Politechniki Wrocławskiej oraz Wyższego Urzędu Górniczego. Partnerem branżowym wydarzenia były: PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna oraz Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa. Partnerem Strategicznym wydarzenia była firma Siemens, natomiast Partnerami Głównymi – firmy ANIA Holding, Elektromontaż Lublin oraz REVICO. Partnerami Konferencji były firmy Bitner, Elektrobudowa, FUGO Projekt, Lapp Kabel, Prysmian Group, Stercontrol oraz Voith.

# KOMTECH-IMTech 2019

20. Jubileuszowa Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna KOMTECH-IMTech 2019 była poświęcona innowacyjnym technikom i technologiom dla górnictwa w aspekcie bezpieczeństwa, efektywności i niezawodności. Patronat honorowy nad Konferencją, będącą jednym z wydarzeń upamiętniających stulecie odzyskania przez Polskę niepodległości, objęli: Ministerstwo Energii i Wyższy Urząd Górniczy.



Konferencja KOMTECH-IMTech stanowiła forum wymiany wiedzy między naukowcami, producentami maszyn i urzędów górniczych oraz producentami surowców mineralnych. Podczas pierwszego dnia Konferencji wygłoszono referaty na temat roli węgla na świecie, zagrożeń występujących w polskim górnictwie, kopalni 4.0 oraz roli i znaczenia Instytutu KOMAG w rozwoju górnictwa węgla kamiennego niepodległej Polski.

Następnie odbyła się debata, której celem było określenie, w jaki sposób innowacyjność polskiego górnictwa wpłynie na jego kondycję w perspektywie lat 2020–2050. Uczestnikami debaty byli:

- pan Adam Gawęda – Wiceminister Energii;
- pan Adam Mirek – Prezes Wyższego Urzędu Górniczego;
- pan Janusz Olszowski – Prezes Górniczej Izby Przemysłowo-Handlowej;
- pan Stanisław Prusek – Dyrektor Głównego Instytutu Górnictwa;
- pani Iwona Gramatyka – Prezes Polskiej Techniki Górniczej SA;

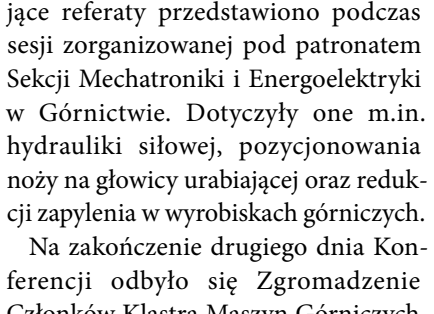
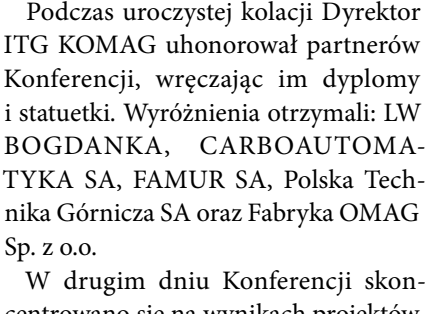
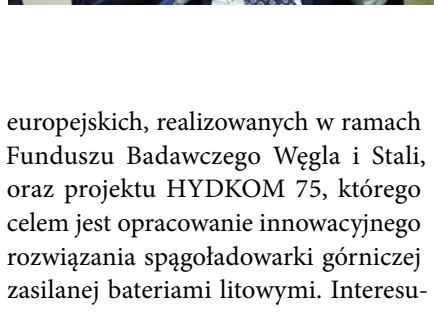
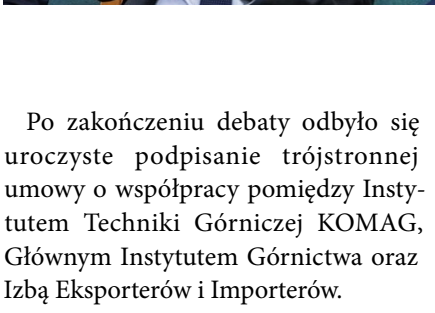
- pan Henryk Stabla – Prezes Grupy CARBOAUTOMATYKA SA;
- pan Jacek Srokowski – Wiceprezes JSW Innowacje SA.

Moderatorami debaty byli: pan Dariusz Prostański, Dyrektor Instytutu Techniki Górniczej KOMAG, oraz pan Ryszard Klencz, Redaktor czasopisma „Napędy i Sterowanie”.

Debata dotyczyła problemów wdrażania innowacji w górnictwie. Pan Minister Gawęda zwrócił uwagę na bariery, które hamują proces wdrażania innowacyjnych rozwiązań w górnictwie. Istotną rolę odgrywa w tym przypadku akceptacja społeczna wdrażanych rozwiązań technicznych, technologicznych i organizacyjnych. Dążeniu do poprawy efektywności polskiego górnictwa musi towarzyszyć dbałość o poprawę stanu bezpieczeństwa i komfortu pracy załóg górniczych. Prezes Mirek stwierdził, że wiele innowacji jest inspirowanych wynikami prac komisji powypadkowych powoływanych przez Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego dla zbadania

przyczyn i okoliczności wypadków. Ze względu na coraz trudniejsze warunki górnictwo-geologiczne w polskich kopalniach należy dążyć do wyeliminowania ludzi z najbardziej zagrożonych rejonów eksploatacji.





Po zakończeniu debaty odbyło się uroczyste podpisanie trójstronnej umowy o współpracy pomiędzy Instytutem Techniki Górniczej KOMAG, Głównym Instytutem Górnictwa oraz Izbą Eksporterów i Importerów.

Podczas uroczystej kolacji Dyrektor ITG KOMAG uhonorował partnerów Konferencji, wręczając im dyplomy i statuetki. Wyróżnienia otrzymali: LW BOGDANKA, CARBOAUTOMATYKA SA, FAMUR SA, Polska Technika Górnicza SA oraz Fabryka OMAG Sp. z o.o.

W drugim dniu Konferencji skoncentrowano się na wynikach projektów

europjskich, realizowanych w ramach Funduszu Badawczego Węgla i Stali, oraz projektu HYDKOM 75, którego celem jest opracowanie innowacyjnego rozwiązania spagłodowarki górniczej zasilanej bateriami litowymi. Interesujące referaty przedstawiono podczas sesji zorganizowanej pod patronatem Sekcji Mechatroniki i Energoelektryki w Górnictwie. Dotyczyły one m.in. hydrauliki siłowej, pozycjonowania noży na głowicy urabiającej oraz redukcji zapylenia w wyrobiskach górniczych.

Na zakończenie drugiego dnia Konferencji odbyło się Zgromadzenie Członków Klastra Maszyn Górniczych.

Dokonano wyboru Rady oraz Administratora Klastra na dwuletnią kadencję.

Trzeci dzień Konferencji poświęcono m.in. problemom maszyn wyciągowych, nowoczesnym metodom obliczeń wentylatorów, trasowaniu sieci sensorycznych w strefach zagrożonych wybuchem oraz sprawom cyberbezpieczeństwa.

Interesujące informacje przedstawiono w referatach dotyczących urządzeń szybowych, koncentrując się na tematyce bezpieczeństwa lin nośnych, jak i zmniejszenia oporów ruchu naczyń

wyciągowych. Zainteresowanie uczestników Konferencji wzbudził referat na temat innowacyjnej metody odspajania skał z wykorzystaniem kotew podcinających. Uwagę uczestników zwróciły nowoczesne techniki analizy obrazu oraz układów komunikacji człowiek – maszyna przeznaczone do zastosowania w górnictwie podziemnym.

Podczas Konferencji KOMTECH-IMTech 2019 ogłoszono 48 referatów w ramach 8 sesji. Zarówno podczas debaty, jak i dyskusji zwracano uwagę na

konieczność wdrażania innowacyjnych rozwiązań technicznych i technologicznych w polskim górnictwie, gdyż tylko w ten sposób można osiągnąć wzrost efektywności przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa i komfortu pracy górników. Podsumowując Jubileuszową 20. Konferencję, można stwierdzić, że innowacyjne technologie przyczyniają się do ekologicznego wytwarzania energii z węgla kamiennego i brunatnego, zapewniając bezpieczeństwo energetyczne naszego kraju. ■

## Co czeka polską produkcję?

**W** pierwszym kwartale tego roku przeprowadziliśmy badanie, które było analizą tego, jak polska produkcja podchodzi do nowoczesnych technologii: z jakimi problemami i wyzwaniem ma do czynienia i do czego potrzebuje narzędzi informatycznych. Badanie stanowiło jednocześnie ocenę sytuacji ekonomicznej oraz koniunktury gospodarczej w branży. Kiedy je przeprowadzaliśmy, nastroje w sektorze były pozytywne, ale zaczynały już pojawiać się głosy o nadchodzącym spowolnieniu gospodarczym. Teraz tych zaniepokojonych głosów jest coraz więcej, przy czym dużo miejsca poświęca się temu, jak sytuacja zmienia się u naszych zachodnich sąsiadów – głównych odbiorców eksportu przemysłu produkcyjnego. Czy powinniśmy zatem bić na alarm? I jeśli tak, to jakie kroki postulować?

Jak wynika z naszego badania, niemal 60 proc. przychodów polskiej produkcji to eksport, a w krajach Europy Zachodniej sprzedaje 90 proc. wytwórców. Największą gospodarką Europy są Niemcy i to o recesji w tym kraju mówi się coraz więcej. Bliskie relacje ekonomiczne z naszym zachodnim sąsiadem mogą być dla gospodarki zarówno błogosławieństwem, jak i przekleństwem. Z jednej strony potężny rynek zbytu, jaki stanowią Niemcy, generuje znaczną część popytu dla naszego przemysłu. Z drugiej zaś – tak silne uzależnienie od jednego partnera handlowego może pociągnąć nas w dół w przypadku jego potknięcia, a z takimi możemy mieć obecnie do czynienia. Dlatego ekonomiści z niepokojem przyjmują zapowiedzi spowolnienia wzrostu niemieckiego PKB, upatrując w nim zagrożenie dla lokalnego biznesu. Jednak, jak wynika z naszego badania, producenci z Polski ogólnie deklarujący duży udział eksportu w ogólnej sprzedaży, zdecydowanie optymistycznie patrzyli w przyszłość, nie przejmując się wizją dekonunktury. Ponad połowa (52 proc.) badanych firm produkcyjnych w Polsce liczyła na to, że zamknie mijający rok z bilansem lepszym niż w poprzednim. Jednocześnie to samo badanie wyraźnie pokazało, że przedsiębiorcy są świadomi znaczenia eksportu, zwłaszcza do Niemiec, w swojej działalności. 59 proc. przychodu było

efektem sprzedaży zagranicznej, w przytłaczającej większości w kierunku zachodnim. Czy mamy zatem przykład krótkowzroczności lokalnych producentów, czy może za takimi ocenami stoi coś więcej?

Jeśli przyjrzeć się danym historycznym, to recesja na Zachodzie niekoniecznie musi oznaczać kłopoty dla polskiego przemysłu. W przeszłości lokalne firmy nie tylko potrafiły sobie poradzić z kłopotami swoich zachodnich klientów, ale także skorzystały na nich. Przykładowo: w latach 2001–2004 niemiecka gospodarka poważnie wyhamowała, a średni wzrost PKB w tym okresie wyniósł jedynie 1,3 proc. W międzyczasie średni wzrost produkcji przemysłowej w Polsce rok do roku wyniósł 5,7 proc. Pokazuje to, że nasze firmy potrafiły dostosować się do okresu dekonunktury i nadal zwiększać produkcję. W przypadku kryzysu w latach 2007–2009 niestety nie udało się polskim przedsiębiorcom utrzymać dodatniego bilansu. Recesja, która w kluczowym punkcie osiągnęła blisko 6 proc., odcisnęła poważne piętno na polskiej gospodarce. Jednak jeśli spojrzeć na efekt w perspektywie dłuższej, to zauważymy, że jedynie w roku 2009 produkcja skurczyła się o 4 proc., by w latach następnych utrzymać tendencję wzrostową. Ostatecznie skumulowany wzrost od momentu kryzysu spowodował zwiększenie wskaźników produkcji do ponad 140 proc. względem krytycznego roku 2009.


Jest kilka hipotez, które mogą tłumaczyć odporność lokalnego przemysłu na wahania koniunktury. Opublikowany w październiku br. raport Polskiego Instytutu Ekonomicznego „Nowe oblicze handlu Polski z Niemcami” dowodzi, że traktowanie polsko-niemieckiej wymiany handlowej w oderwaniu od globalnej gospodarki ukazuje nam tylko częściową prawdę o jej mechanizmach. Autorzy raportu wskazują, że produkty wytwarzane w Polsce są częścią szerszych łańcuchów wartości, dlatego spadek popytu w Niemczech może być łagodzony poprzez jego wzrost w innych krajach. Tym samym inne kraje korzystają na polskiej wartości dodanej, nie prowadząc z nią bezpośrednich interesów.

Kolejną poduszką bezpieczeństwa dla naszego lokalnego przemysłu może być wielkość rodzimego rynku. Ekspozycja Polski na handel międzynarodowy szacowana jest na ponad 50 proc. To dużo, jeśli jednak spojrzeć na inne gospodarki regionu, jak Czechy czy Słowacja, wartość ta może osiągać nawet 90 proc. Polscy producenci w razie gospodarczych kłopotów Niemiec mogą liczyć na naszych lokalnych klientów, a niemieccy producenci na polskich konsumentów. Nasza gospodarka, mimo że znacznie mniejsza od niemieckiej, jest na tyle rozwinięta, by stabilizować cały system, natomiast nasi południowi sąsiedzi nie posiadają takiej zdolności.

Wreszcie nie bez znaczenia pozostaje fakt, że to, co może być problemem dla zachodnich gospodarek, lokalne firmy mogą uznawać za szansę. W dobie dekoniunktury zachodni przedsiębiorcy mogą szukać redukcji kosztów między innymi poprzez zmianę poddostawców na tych oferujących tańszy produkt. To szansa dla producentów z Polski, dysponujących technologiami niejednokrotnie pozwalającymi zaoferować produkty wysokiej jakości, ale konkurencyjne cenowo dzięki niższym kosztom pracy. W efekcie konkurencyjność polskiego przemysłu może rosnąć w dobie dekoniunktury na zachodzie.

Jednak przy wszystkich analizach ekonomiczno-historycznych i próbach przewidywań tego, w którym kierunku zmierza gospodarka, firmy powinny pamiętać jedną maksymę: „Kto nie idzie do przodu, ten się cofa”. Konkurencja na rynku, opisywane

wyżej wahnięcia koniunktury, rewolucja przemysłowa, cyfryzacja społeczeństwa i rosnące oczekiwania klientów – te wszystkie czynniki mają wpływ na sektor produkcyjny. Produkcja musi zmieniać sposób działania, dostosowywać go do realiów rynku, również do sytuacji na rynku pracy. Konkretnie rozwiązania przynoszą ze sobą nowe technologie, w szczególności rozwiązania z zakresu Przemysłu 4.0. To one pozwalają produkować szybciej, oszczędniej, adekwatnie do zapotrzebowania i wydajniej. Bez nich firmy nie mogą optymalizować działalności biznesowej. Spójrzmy na to w ten sposób: jeśli załamanie gospodarcze nadejdzie, to firmy, które zainwestowały w rozwiązania umożliwiające lepsze planowanie i zarządzanie całą produkcją, zapasami, personelem etc., będą miały przewagę nad tymi, które tego nie uczyniły – będą szybciej adaptować się do nowych warunków. Jeśli czarne scenariusze się nie sprawdzą, to firmy te i tak skorzystają na wdrożeniach, bo wzrośnie ich konkurencyjność. Polski przemysł produkcyjny ma zatem do wyboru dwie drogi: pierwsza to mniej lub bardziej biernie oczekiwanie na to, co przyniesie przyszłość, druga – mądre inwestycje i przygotowanie się już teraz na różne scenariusze. Mam nadzieję, co zdają się potwierdzać wyniki naszego badania, że polska produkcja wybierze tę drugą opcję. ■

 Mikolaj Garbarek, PSI Polska Sp. z o.o.

reklama



# BEFARED

Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów



**Reduktory Motoreduktory Zespoły napędowe**  
**Wyroby specjalne na dokumentacji Klienta**  
**Elementy zębate**  
**Usługi technologiczne**  
**Serwis**

**www.befared.pl**

Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów BEFARED S.A.  
 ul. Grażyńskiego 71; 43-300 Bielsko-Biała  
 tel.: +48 33 815 93 60 31 - 35; fax: +48 33 815 93 63  
 http://www.befared.pl; email: befared@befared.pl



# Konstrukcja adaptera dielektrycznego do klucza nasadowego

Łukasz Cyganik

## 1. Wstęp

Wykonywanie prac przy liniach elektroenergetycznych lub przy obsłudze urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem (np. przy obsłudze pojazdów elektrycznych, których napięcie baterii pokładowych sięga kilkuset volt) wiąże się z wysokim ryzykiem porażenia prądem. Pomimo że do tego typu prac istnieje na rynku szereg specjalistycznych narzędzi izolowanych, izolacyjnych lub hybrydowych [1], to ryzyko porażenia nie jest całkowicie wyeliminowane, zwłaszcza w przypadku, gdy wykonywana czynność wymaga użycia kilku narzędzi, które muszą być ze sobą połączone (np. izolowane nasadki z kluczem pneumatycznym). Specjalistyczne narzędzia izolowane do prac pod napięciem w większości posiadają izolację elektryczną na powierzchni zewnętrznej narzędzia oraz metalowy rdzeń, który zapewnia odpowiednie własności mechaniczne. W przypadku łączenia ze sobą kilku narzędzi, z których jedno nie jest izolowane/izolacyjne (np. izolowana nasadka z kluczem pneumatycznym posiadającym metalową obudowę, przy dokręcaniu zacisków do połączeń linii napowietrznych) występuje wysokie ryzyko porażenia operatora prądem płynącym przez rdzeń nasadki do metalowej obudowy klucza. W takich przypadkach konieczne jest zastosowanie dodatkowych zabezpieczeń elektroizolacyjnych eliminujących ryzyko porażenia prądem. Do tego celu może służyć adapter dielektryczny (rys. 1) do klucza nasadowego, którego konstrukcję opisano w niniejszej pracy.


## 2. Konstrukcja adaptera dielektrycznego

Podstawowym założeniem podczas projektowania adaptera dielektrycznego było osiągnięcie wysokiej wytrzymałości na moment skręcający, przy zachowaniu

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono konstrukcję adaptera dielektrycznego do klucza nasadowego lub grzechotkowego, który może być zastosowany do prowadzenia typowych prac związanych z obsługą linii elektroenergetycznych, serwisem pojazdów elektrycznych lub innych urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem. Zastosowanie adaptera dielektrycznego ma na celu poprawę bezpieczeństwa pracy poprzez dodatkowe zabezpieczenie operatora przed porażeniem prądem elektrycznym. Adapter dielektryczny wykonano z pręta szklano-epoksydowego, charakteryzującego się bardzo dobrymi własnościami elektroizolacyjnymi oraz wytrzymałością mechaniczną. We wnętrzu pręta szklano-epoksydowego w uprzednio wykonanych otworach umieszczono gniazda stalowe z otworami kwadratowymi 1/2", pozwalające na zamocowanie do klucza lub nasadki (za pośrednictwem dwustronnego trzpienia kwadratowego 1/2"). Wykonano 2 sztuki prototypu adaptera dielektrycznego, które następnie poddano testom mechanicznym pod względem przenoszonego momentu obciążenia. Uzyskane wyniki wskazują, że adapter o zadanych wymiarach geometrycznych przenosi moment o wartości maksymalnej 90 Nm. Ponadto dla obu próbek adaptera wykonano pomiar prądu upływu, który wynosił 0,02 mA przy napięciu 6 kV.

Słowa kluczowe: adapter, dielektryk, klucz nasadowy, klucz grzechotkowy, elektromobilność

---

 **THE CONSTRUCTION OF THE DIELECTRIC ADAPTER FOR A SOCKET WRENCH**

**Abstract:** This article presents the construction of the dielectric adapter for a socket or ratchet wrench, that can be used to conduct a typical works related to power lines, service of an electrical vehicles or other electrical equipment working under voltage. The use of the dielectric adapter is aimed to improve a working safety by providing an additional protection for the operator against the electrical shock. The dielectric adapter is made from glass-epoxy rod, that have an excellent mechanical and dielectric properties. Inside the glass-epoxy rod in the pre-made holes are installed a steel 1/2" square sockets, that allows for attachment to the wrench or socket (through square double ended lug 1/2"). The two pieces of the dielectric adapter prototype were made and mechanically tested for maximal torque transmission. In addition, the leakage current measurement was made for both prototypes of the dielectric adapter and was 0,02 mA at 6 kV.

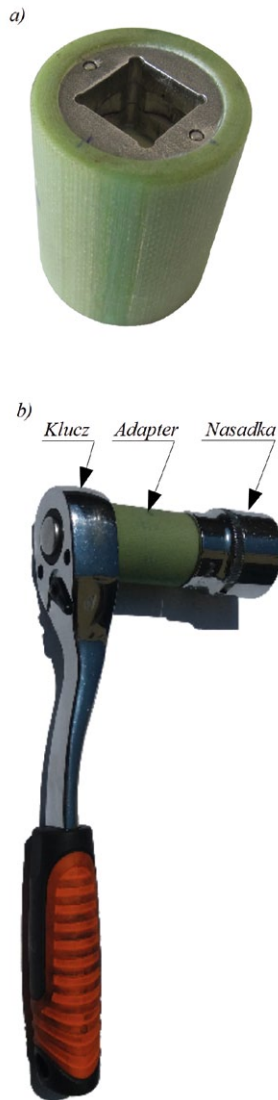
Keywords: adapter, dielectric, socket wrench, ratchet wrench, electromobility

bardzo dobrych własności elektroizolacyjnych w pełnym przekroju adaptera. Dlatego też adapter dielektryczny wykonano z pręta szklano-epoksydowego TSE-155 o odporności temperaturowej

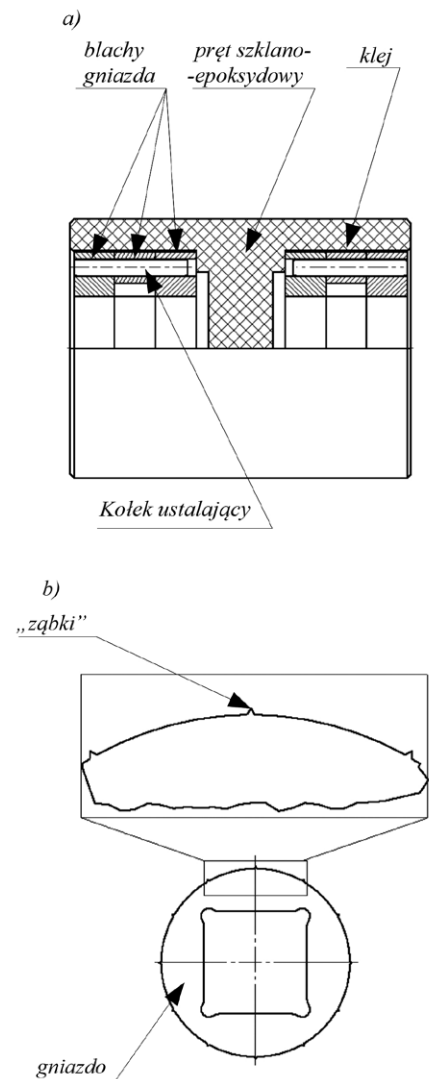
155°C, wytrzymałości na rozciąganie 300 MPa oraz wytrzymałości dielektrycznej 35 kV/25 mm w kierunku równoległym do warstw kompozytu [2, 3]. We wnętrzu pręta szklano-epoksydowego



wykonano po obu stronach nieprzewodzące okrągłe otwory na stalowe gniazda z otworami kwadratowymi 1/2" (rys. 2). Gniazda zostały wykonane ze stali nierdzewnej (gat. 1.4301), co zapewnia wysoką odporność na korozję i wytrzymałość zmęczeniową na oddziaływanie dynamicznych sił występujących podczas pracy na powierzchniach styku pomiędzy gniazdami adaptera i nasadki/kłucza nasadowego (w porównaniu do samego pręta szklano-epoksydowego). Ponadto, aby zwiększyć moment obrotowy przenoszony przez adapter, gniazda ze stali nierdzewnej zostały wprasowane do otworów w pręcie szklano-epoksydowym za pomocą kleju LOCTITE 9492 A&B. Co więcej, gniazda stalowe na powierzchni zewnętrznej (powierzchni styku z otworem w pręcie) posiadają specjalne „ząbki” o wysokości ok. 0,3 mm, które wcinają się w materiał pręta i umożliwiają zwiększenie przenoszonego przez adapter momentu obrotowego. Średnica otworów pod gniazda w pręcie szklano-epoksydowym wynosiła  $\varnothing 24$  mm, a głębokość 15,5 mm. Pomiędzy otworami znajduje się warstwa litego pręta szklano-epoksydowego o grubości 8 mm, oddzielająca gniazda ze stali nierdzewnej i stanowiąca barierę dielektryczną. Stalowe gniazda z otworami kwadratowymi 1/2" zostały wykonane z pakietu 3 blach ze stali nierdzewnej o grubości 5 mm wycinanych laserem, a następnie

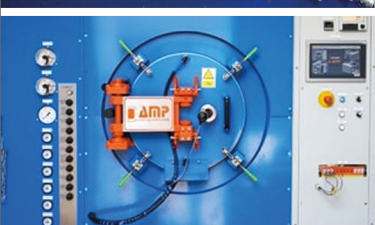
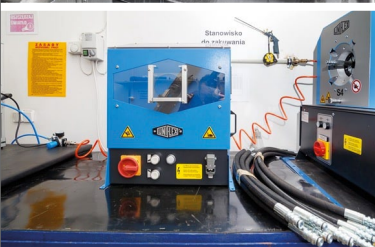


**Rys. 1**  
a) adapter dielektryczny;  
b) adapter dielektryczny z kłuczem i nasadką



**Rys. 2.** Konstrukcja adaptera dielektrycznego:  
a) widok w półprzekroju; b) widok gniazda adaptera z zaznaczonymi „ząbkami”

reklama



PRZEDSIĘBIORSTWO PRODUKCYJNO-HANDLOWO-USŁUGOWE  
**„MALINEX” RYSZARD MALINOWSKI**

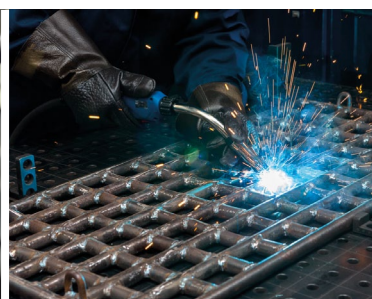
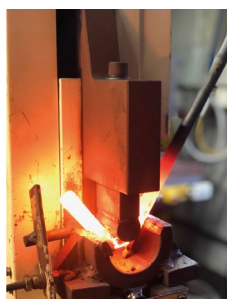
**Malinex**

**USŁUGI:**

- **toczenie**
- **frezowanie**
- **obróbka cieplna**
- **spawanie**
- **zakuwanie węży**
- **projektowanie i prototypowanie**
- **kontrola jakości**

ul. Stadionowa 21 A  
21-010 Łęczna  
Tel./fax:  
81 462 31 35  
81 462 35 82

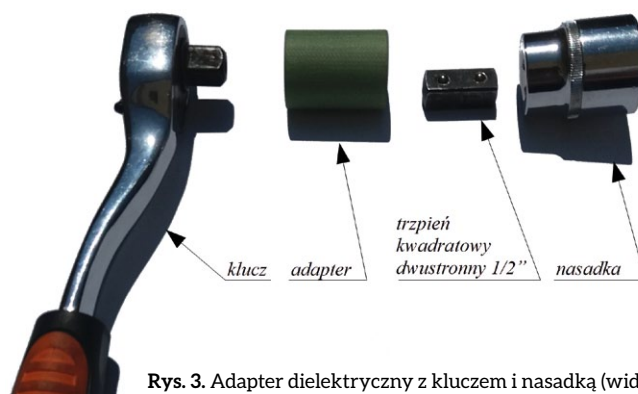
Sekretariat: [biuro@malinex.eu](mailto:biuro@malinex.eu)  
Dział handlowy: [handlowy@malinex.eu](mailto:handlowy@malinex.eu)  
Dział konstrukcyjno-produkcyjny:  
[techniczny@malinex.eu](mailto:techniczny@malinex.eu)  
[www.malinex.eu](http://www.malinex.eu)



spakietowane za pomocą dwóch kołków ustalających o średnicy 2 mm. Środkowa blacha w pakiecie gniazda posiada specjalne wyżłobienia na kulkę blokującą położenie trzpienia klucza nasadowego. Wykonanie gniazd z pakietu 3 blach miało na celu uproszczenie technologii wykonania zarówno wyżłobień pod kulkę blokującą w środkowej blasze pakietu, jak również „ząbków” wcinających się w pręt szklano-epoksydowy na powierzchni zewnętrznej każdej blachy. Mimo to stalowe gniazda mogą być również wykonane z litego materiału oraz posiadać trzpień 1/2" do bezpośredniego zamocowania nasadki zamiast otworu na kwadrat 1/2".

### 3. Testy adaptera dielektrycznego

Adapter dielektryczny z gniazdami pakietowanymi z blach ze stali nierdzewnej wykonano fizycznie w ilości 2 szt. (rys. 1 a). Dla obu próbek adaptera wykonano pomiar prądu upływu, który wyniósł 0,02 mA przy napięciu 6 kV (pomiar wykonany testerem izolacji GPT-9803). Ponadto obie próbki adaptera poddano testom na maksymalny moment obrotowy, jaki adapter jest zdolny przenieść. Testy wykonywano poprzez utwierdzenie adaptera (za pośrednictwem kwadratu dwustronnego 1/2" do klucza grzechotkowego) w imadle i obciążenie kluczem dynamometrycznym do osiągnięcia zadanego momentu. Moment zadawano stopniowo co 10 Nm, zaczynając od wartości początkowej 10 Nm do wartości końcowej 100 Nm. Dla każdej wartości zadanego momentu (tj. 10, 20,



Rys. 3. Adapter dielektryczny z kluczem i nasadką (widok po rozłożeniu)

30... Nm) próbę obciążenia wykonywano trzykrotnie. Przed wykonaniem testów na pręcie szklano-epoksydowym oraz na powierzchni gniazd stalowych naniesiono cienkopisem znaczniki wzajemnego położenia początkowego. Po każdej próbie obciążenia sprawdzano, czy nastąpiło uszkodzenie pręta lub trwałe przemieszczenie kątowe któregoś z gniazd względem pręta (na podstawie obserwacji znaczników). Wyniki testów mechanicznych dla każdej próbki przedstawiono w tabeli 1. Wyniki wskazują, że adapter o zadanej średnicy umożliwia przeniesienie momentu o wartości 90 Nm.

### 4. Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych testów adaptera dielektrycznego wskazują, że jego własności izolacyjne oraz wytrzymałość mechaniczna pozwalają na prowadzenie typowych prac związanych z obsługą linii elektroenergetycznych,

serwisem pojazdów elektrycznych lub urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem. Przenoszony moment dokręcenia uzyskiwany w testach pozwala np. na dokręcanie zacisków przebijających izolację do połączeń linii napowietrznych. Ponadto przenoszony moment obrotowy adaptera w łatwy sposób można zwiększyć np. poprzez zwiększenie średnicy zewnętrznej pręta szklano-epoksydowego.

Adapter dielektryczny jest przedmiotem zgłoszenia patentowego nr P.428420.

### Literatura

- [1] NOWIKOW H., MATUSIAK G., WŁODARCZYK M., NADER R., DUDEK B.: *Analiza porównawcza narzędzi izolowanych i ich hybrydowych odpowiedników stosowanych w technice prac pod napięciem*. XII Konferencja „Prace pod napięciem w sieciach NN, SN i WN w Polsce i na świecie”, Chorzów 2016.
- [2] Holtex. Karta techniczna dla kompozytów szklano-epoksydowych.
- [3] RAVI-CHANDAR K., SATAPATHY S.: *Mechanical Properties of G-10 Glass-Epoxy Composite*. Institute for Advanced Technology, The University of Texas at Austin, Technical Report (Sept. 2005 – Sept. 2006).

Tabela 1. Wyniki testów mechanicznych obciążania próbek adaptera dielektrycznego momentem

Testy mechaniczne momentu obciążenia (3-krotne obciążenie)		
Moment [Nm]	Próbka 1	Próbka 2
10	✓	✓
20	✓	✓
30	✓	✓
40	✓	✓
50	✓	✓
60	✓	✓
70	✓	✓
80	✓	✓
90	✓	✓
100	✗ przy drugiej próbie pęknięcie pręta szklano-epoksydowego	próby nie przeprowadzono

Łukasz Cyganik  
Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut  
Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL,  
Katowice

artykuł recenzowany

● **Hyper Poland prezentuje swoją koncepcję**

W Warszawie odbyły się pierwsze testy prototypu pasywnej kolei magnetycznej, która korzysta z istniejącej infrastruktury. W ramach demonstracji model w skali 1:5 przebył drogę na torze o długości blisko 50 metrów. Polski startup Hyper Poland chce opracować pojazdy poruszające się z prędkością od 300 do 415 km/h.

Magrail to technologia inspirowana koncepcją hyperloop. Oprócz zalet związanych z wykorzystaniem tradycyjnych torowisk, pozwala ona na zużywanie mniejszej ilości energii potrzebnej do jazdy. Maksymalna prędkość osiągana przez zapowiadaną prezentacją konstrukcję Hyper Poland będzie możliwa do osiągnięcia na trasach Kolei Dużych Prędkości, czyli np. na Centralnej Magistrali Kolejowej.

Pomimo iż w Japonii czy Chinach istnieją trasy dedykowane dla kolei magnetycznej, żadne z wykorzystywanych na nich rozwiązań nie opiera się na mechanizmie pasywnej lewitacji magnetycznej. Koszty wdrożenia polskiej technologii mogą być przy tym do 70% niższe niż budowa nowej linii Kolei Dużych Prędkości.

Pierwszy produkt Hyper Poland powinien wejść na rynek za 5 lat.

Źródło: pap

● **Dzieci i zwierzęta bezpieczniejsze w samochodach**

Naukowcy z Kanady opracowali czujnik, który wykrywa, gdy dzieci lub zwierzęta pozostają w samochodzie same, i wszczynają przy tym alarm. Urządzenie wykorzystuje technologię radarową i sztuczną inteligencję.

Czujnik mierzący nieco ponad cal może zostać przymocowany do sufitu pojazdu lub lusterka wstecznego. Według naukowców z kanadyjskiego Uniwersytetu w Waterloo wysyłane przez niego sygnały odbijają się od obecnych w samochodzie pasażerów, a zmiana konfiguracji na taką, w której samochodu nie opuszcza jedno z nich, wywołuje słyszany na zewnątrz alarm przy jednoczesnej blokadzie możliwości zamknięcia drzwi.

Według organizacji Kids and Cars, zajmującej się bezpieczeństwem dzieci, w Stanach Zjednoczonych umiera co roku średnio 37 dzieci pozostawionych w samochodach podczas upału. Dotychczas w tym roku liczba ta sięgnęła już 52 zgonów. Aby zmienić ten stan rzeczy, zespół badaczy z Kanady zamierza wprowadzić urządzenie na rynek do końca 2020 roku.

Źródło: CNN

● **Najmniejszy na świecie czujnik optyczny**

OmniVision, kalifornijski producent zaawansowanych rozwiązań do obrazowania cyfrowego, zaprezentował czujnik obrazu OV6948, który jest najmniejszym sensorem tego typu na świecie.

Czujnik zostanie wykorzystany w module kamery CameraCubeChip, a jego docelowe zastosowanie to wyposażenie medyczne. Kompaktowa konstrukcja pozwoli zmniejszyć inwazyjność niektórych zabiegów i zwiększy dostęp anatomiczny do ludzkich tkanek.

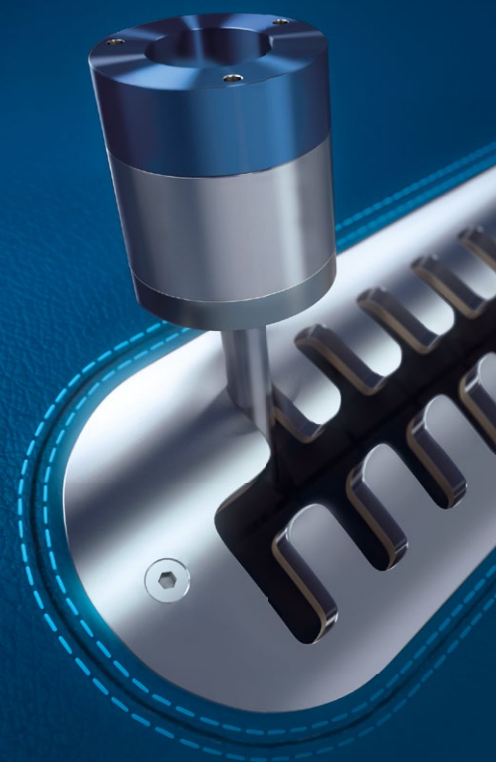
Nowy czujnik mierzy zaledwie 0,575×0,575 mm, a wykorzystująca go kamera 0,65×0,65×1,158 mm, co odpowiada średniej wielkości ziarna piasku. Ze względu na bardzo mały rozmiar czujnik lub moduł kamery będzie można przymocować do jednorazowych endoskopów i użyć do obrazowania najmniejszych części ciała, takich jak nerwy, części strukturalne oka, kręgosłupa, serca, stawów oraz układu wydalniczego.

Kamera wydzieli również mniej ciepła w stosunku do alternatyw, co oznacza, że będzie mogła przebywać w ciele pacjenta dłużej bez podejmowania niepotrzebnego ryzyka. Wynika to z bardzo niewielkiego zużycia energii, które wynosi zaledwie 25 mW.

OV6948 ma 120-stopniowe pole widzenia, zakres ostrości od 3 do 30 mm, zapewnia rozdzielczość 200×200 pikseli i jest w stanie rejestrować wideo z prędkością 30 klatek na sekundę. Wykorzystująca go kamera będzie w stanie przesyłać zebrane dane w formie analogowej na maksymalną odległość 4 metrów.

Źródło: zmscience

reklama



Przekładnie precyzyjne FAULHABER

# Rozwiń swoje możliwości

Nowa rodzina przekładni planetarnych FAULHABER GPT. Wrzuć wyższe przełożenie tam, gdzie inni zawodzą.

[faulhaber.com/GPT/en](http://faulhaber.com/GPT/en)

**NOWOŚĆ**



WE CREATE MOTION

# Wyznaczenie zalecanego minimalnego natężenia przepływu czynnika chłodzącego dla układu chłodzenia silnika elektrycznego do zabudowy w kole

Bartłomiej Będkowski, Jerzy Madej

## 1. Wstęp

Samochody elektryczne stają się coraz bardziej powszechne i praktycznie większość producentów samochodów te posiada już w swojej ofercie albo planuje je w najbliższym czasie wprowadzić do produkcji. Pojazdy elektryczne stale ewoluują i obecnie ich układ napędowy jest zbliżony do klasycznego układu napędowego, gdzie silnik elektryczny (podobnie jak spalinowy) sprzęgnięty jest z przekładnią zawierającą mechanizm różnicowy, a następnie z kołami. Jest to rozwiązanie sprawdzone, dlatego chętnie stosowane w początkowej fazie rozwoju pojazdów elektrycznych.

Jednak w ostatnim czasie rośnie zainteresowanie napędem bezpośrednim, czyli silnikami zabudowanymi w piąście pojazdu. Rozwiązanie to jest znane od dawna. Po raz pierwszy wykorzystał je, na początku XX wieku, Ferdynand Porsche, który stworzył pierwszy na świecie samochód hybrydowy. Obecnie wraz z rozwojem elektromobilności i możliwościami silników elektrycznych idea umieszczenia silników w kołach jest ponownie rozwijana.

Moc generowana z jednostki masy przez obecnie projektowane silniki w kołach jest na tyle duża, że mogą być one szeroko stosowane do napędu pojazdów różnego przeznaczenia – od małych samochodów miejskich, przez samochody osobowe i rodzinne, po samochody dostawcze i autobusy, a nawet auto sportowe i rekreacyjne.

Obserwując obecne trendy, Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL podjął prace badawcze i projektowe, które pozwolą na świadczenie usług związanych z projektowaniem

**Streszczenie:** Praca prezentuje metodę wyznaczania minimalnego natężenia przepływu czynnika chłodzącego dla układu chłodzenia silnika elektrycznego do zabudowy w kole. Do wyznaczenia zalecanego natężenia przepływu został przygotowany przestrzenny model obliczeniowy do obliczeń CFD. W wyniku przeprowadzonych symulacji określono minimalne natężenie przepływu medium chłodzącego, zapewniające efektywne chłodzenie opracowanej konstrukcji prototypu silnika. Obliczenia prowadzone na

modelu dyskretnym zostały poddane kalibracji w oparciu o badania laboratoryjne. W pracy wykazano, że przy specyficznej konstrukcji silnika w modelu obliczeniowym należy uwzględnić zmianę rezystancji cieplnej pomiędzy obwodem elektromagnetycznym a radiatorem.

Słowa kluczowe: MES, CFD, obliczenia cieplne, rezystancje cieplne, obliczenia przepływu, kalibracja modelu numerycznego, układ chłodzenia, silnik w kole, napęd elektryczny

## THE RECOMMENDED MINIMUM COOLANT VOLUME FLOW RATE DETERMINATION OF THE WHEEL MOTOR COOLING SYSTEM

**Abstract:** The method for determining the minimum volume flow rate of cooling medium for the cooling system of an electric motor for installation in a wheel is presented in the work. For determine the recommended flow rate, a spatial calculation model and the CFD software were used. The minimum flow intensity of the cooling medium, which ensure effective cooling of the motor prototype, was determined as result of simulations. The discrete, calibrated on the basis of labora-

tory tests, model of the real motor was used for calculations. In addition, the paper showed that with a specific motor design, the variable thermal resistance between the electromagnetic circuit and the heat sink must be taken into account in the calculation model.

Keywords: FEM, CFD, thermal calculations, flow calculations, thermal resistance, numerical model calibration, cooling system, wheel motor, electric drive

i produkcją tego typu silników dla różnego rodzaju pojazdów.

Niniejszy artykuł jest jednym z cyklu prac związanych z analizą konstrukcji tego typu silników pod względem możliwości efektywnego odbioru ciepła i określenia parametrów eksploatacyjnych, takich jak np. zalecany minimalny przepływ medium chłodzącego.

Prace realizowane są w ramach programu LIDER VII, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

## 2. Konstrukcja prototypu silnika

W ramach prowadzonych prac w instytucie KOMEL został opracowany i wykonany prototyp silnika do zabudowy w kole (rys. 1). Gabaryty silnika zostały

reklama

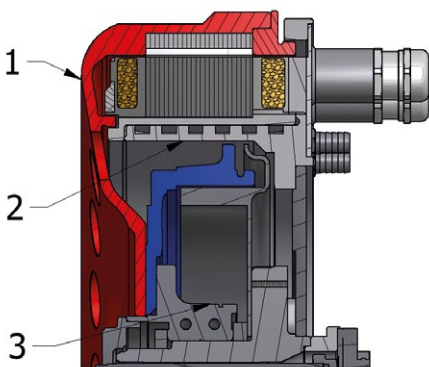


Oto STAUFF Polska

Działając pod marką STAUFF zdobyliśmy pozycję międzynarodowego lidera w pracach rozwojowych, produkcji i dostawach części od systemów rur i układów hydraulicznych.

- Systemy Mocowania 
- Systemy Pomiarowe 
- Technika Filtracji 
- Diagtronics 
- Akcesoria Hydrauliczne 
- Zawory Kulowe 
- Złącza Hydrauliczne 

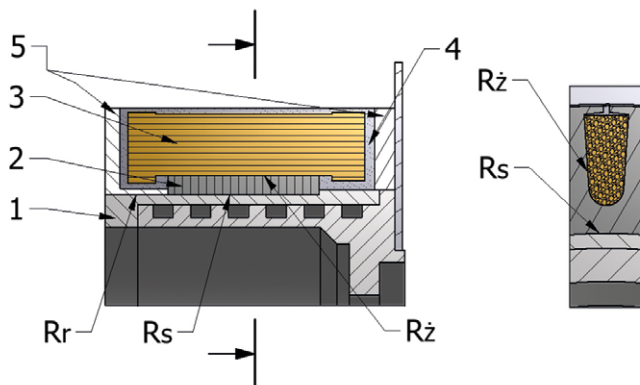
Rys. 1. Wykonany prototyp silnika do zabudowy w kole



Rys. 2. Konstrukcja prototypowego silnika: 1 - wirnik; 2 - stojan; 3 - oryginalna piasta z układem hamulcowym samochodu

tak dobrane, aby istniała możliwość jego zabudowy w pojeździe Fiat Panda III, przy zachowaniu istniejącego łożyskowania i zastosowaniu felg o rozmiarze 17 cali (rys. 1 i 2). Silnik ten to tzw. konstrukcja z zewnętrznym wirnikiem.

Można w nim wyróżnić dwa główne elementy: zewnętrzny wirnik, który obraca się wraz z kołem, i wewnętrzny stojan przymocowany do tarczy kotwicznej układu hamulcowego. Źródłem ciepła w tego typu maszynie są straty w wirniku (magnesy, jarzmo) oraz w stojanie (uzwojenie, rdzeń). Ciepło generowane przez obracający się wirnik jest odbierane przez powietrze. Główna część ciepła generowana przez straty w stojanie odprowadzana jest do układu chłodzenia. Aby zapewnić odpowiedni odbiór ciepła z tego elementu, w konstrukcji nośnej stojana umieszczono płaszcz wodny, a pustą przestrzeń między nim a uzwojeniem wypełniono żywicą termoprzewodzącą (rys. 3). Wpływ kształtu kanałów układu chłodzenia i budowy konstrukcji nośnej ze względu na możliwości efektywnego odbioru ciepła przeanalizowano w pracy [3]. Biorąc po uwagę wyniki przeprowadzonych analiz i możliwości technologiczne, w prototypie



Rys. 3. Model obliczeniowy stojana silnika: 1 - element nośny stojana z płaszczem wodnym; 2 - rdzeń stojana; 3 - uzwojenie; 4 - żywica termoprzewodząca; 5 - radiator; Rz - zastępcza rezystancja cieplna izolacji żłobkowej; Rs - rezystancja cieplna między płaszczem a rdzeniem stojana; Rr - rezystancja cieplna między płaszczem a radiatorem



**NOWOŚĆ!**  
STAUFF Connect  
Technologia Złączy Rurowych od STAUFF



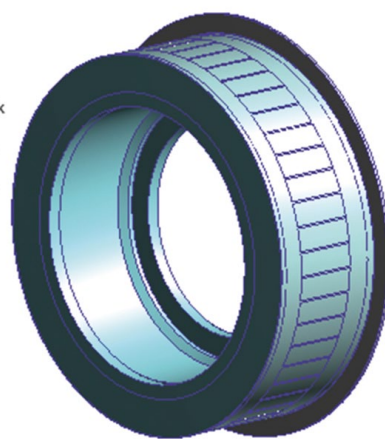
STAUFF Polska Sp. z o.o.  
Miszewko 43 A • 80-297 Banino  
Tel.: 058 660 11 60 • Fax: 058 629 79 52  
sales@stauff.pl

www.stauff.pl

zastosowano płaszcz wodny z kanałami równoległymi, a w konstrukcji nośnej dołożono boczne radiatory wspomagające odbiór ciepła z czoła uzwojenia (rys. 3). Konstrukcja nośna (płaszcz wodny i radiatory) została wykonana ze stopu odlewniczego aluminium, natomiast rdzeń z pakietu blach elektrotechnicznych. Należy zwrócić uwagę, że o ile konstrukcja silnika z zewnętrznym wirnikiem jest korzystna, ze względu na możliwość łatwiejszego odprowadzenia ciepła z wirnika, a przede wszystkim możliwość uzyskania dużo większych momentów niż w klasycznym rozwiązaniu, to jest jednocześnie bardziej wymagająca konstrukcyjnie. Stojan osadzony jest na konstrukcji nośnej będącej równocześnie wymiennikiem ciepła. Natomiast w klasycznym rozwiązaniu wymiennik ciepła jest zabudowany na powierzchni zewnętrznej stojana. O ile wraz ze wzrostem temperatury (obciążenia) silnika w typowym rozwiązaniu wymiennik (kadłub) ma tendencję do obkurczania się na stojanie, to w przypadku silnika w kole zachodzi niekorzystna sytuacja, polegająca na wyluzowaniu połączenia między stojanem a konstrukcją nośną. W skrajnym przypadku może to doprowadzić do utraty kontaktu między stojanem a płaszczem wodnym i do gwałtownego przegrzania się silnika. Z tego powodu bardzo istotne są parametry wytrzymałościowe stosowanych materiałów, ich rozszerzalność cieplna i dobór odpowiednich pasowań między elementami, które zapewnią prawidłową pracę maszyny w dopuszczalnym zakresie temperatur. Istotne jest zatem określenie stanu cieplnego silnika na etapie projektowania, co możliwe jest dzięki przeprowadzeniu stosownych obliczeń [4, 6–11, 13].

### 3. Model obliczeniowy CFD

Do określenia minimalnego zalecanego przepływu medium chłodzącego, który zapewnić będzie efektywny odbiór ciepła, i wyznaczenia rozkładu temperatury w prototypowym silniku przeprowadzono analizę opartą na metodzie elementów skończonych (FEM) oraz komputerowej analizie dynamiki płynów (CFD), w której wykorzystano uproszony, trójwymiarowy model stojana silnika (rys. 3).



Rys. 4. Model obliczeniowy 3D z ustalonymi parametrami materiałowymi

Model obliczeniowy przygotowano w oparciu o model geometryczny utworzony w programie Autodesk Inventor. Geometrię modelu uproszczono, usuwając elementy niemające wpływu na wydajność systemu chłodzenia i stan cieplny stojana (fazowania krawędzi, otwory gwintowane itp.). Zastosowano homogenizację uzwojenia i rdzenia stojana, tzn. zastąpiono te złożone elementy jedną bryłą o zastępczych parametrach przewodności cieplnej, a cienkościnną izolację żłobkową reprezentuje parametr rezystancji cieplnej ( $R_z$ ). Model 3D zawiera: aluminiowy element nośny z płaszczem wodnym (1), uproszczony rdzeń stojana (2), uproszczony model uzwojenia (3), żywicę termoprzewodzącą wypełniającą przestrzeń pomiędzy uzwojeniem a konstrukcją nośną (4), dodatkowe radiatory (5).

W programie do analizy CFD model (rys. 4) został dodatkowo uzupełniony o medium chłodzące w kanałach płaszcza wodnego. Przyjęto parametry zastępcze rezystancji cieplnych:  $R_s$  – rezystancji cieplnej odpowiadającej wciśkowi pomiędzy rdzeniem, a konstrukcją płaszcza wodnego;  $R_z$  – rezystancji cieplnej odpowiadającej izolacji żłobkowej oraz  $R_r$  – rezystancji cieplnej odpowiadającej wciśkowi pomiędzy radiatorem a konstrukcją płaszcza wodnego. W warunkach brzegowych modelu uwzględniono temperaturę otoczenia, temperaturę oddziaływania wirnika (górną powierzchnię stojana), natężenie przepływu medium chłodzącego, jego rodzaj i temperaturę.

Przyjęto następujące przewodności cieplne poszczególnych elementów:

element nośny –  $\lambda_k = 150 \text{ W/mK}$  (stop aluminium AlSi9Mg); rdzeń stojana –  $\lambda_{b_{x,y}} = 25 \text{ W/mK}$  (w płaszczyźnie blach elektrotechnicznych);  $\lambda_{b_z} = 2 \text{ W/mK}$  (prostopadle do płaszczyzny blach elektrotechnicznych); uzwojenie  $\lambda_{u_z} = 2 \text{ W/mK}$  (prostopadle do przewodów) i  $\lambda_{u_{xy}} = 290 \text{ W/mK}$  (wzdłuż przewodów), określono na podstawie doświadczeń Instytutu KOMEL i zaczerpnięto z literatury [1–2, 5, 12–14]. Założono wstępne wartości rezystancji cieplnych i doprecyzowano ich wartości podczas kalibracji modelu. Zdyskretyzowany model przygotowany do kalibracji przedstawia rysunek 5.

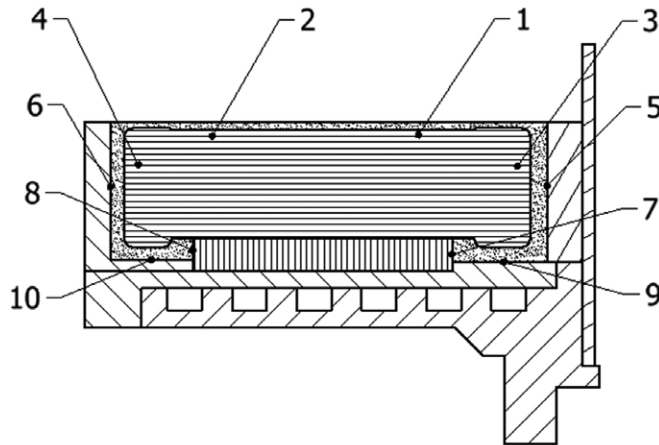


Rys. 5. Model dyskretny

Modele i obliczenia wykonano w programach firmy Autodesk.

### 4. Kalibracja modelu

Aby zapewnić odpowiednią dokładność modelu obliczeniowego, dokonano jego kalibracji. W tym celu wykonano próby nagrzewania prototypu silnika. Badania przeprowadzono dla kilku wybranych wartości pracy maszyny



reklama

# DRIVING YOUR BUSINESS

Rys. 6. Rozmieszczenie termopar w badanym prototypie:

- 1 - uzwojenie w żłobku str. wyprowadzeń; 2 - uzwojenie w żłobku str. przeciwna wyprowadzeń;
- 3 - czoło uzwojenia str. wyprowadzeń; 4 - czoło uzwojenia str. przeciwna wyprowadzeń;
- 5 - radiator str. wyprowadzeń; 6 - radiator str. przeciwna wyprowadzeń; 7 - rdzeń stojana str. wyprowadzeń; 8 - rdzeń stojana str. przeciwna wyprowadzeń; 9 - płaszcz str. wyprowadzeń;
- 10 - płaszcz str. przeciwna wyprowadzeń

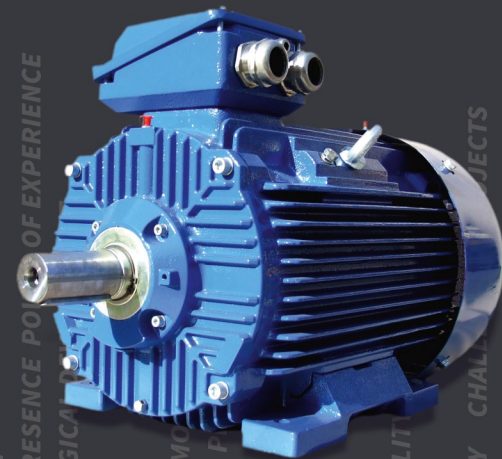
(300 Nm, 350 Nm, 400 Nm, 450 Nm) przy stałej prędkości 950 obr./min i przepływie cieczy chłodzącej (woda) 10 dm<sup>3</sup>/min. Odpowiadało to w przybliżeniu mocy silnika równej 30 kW, 35 kW, 40 kW, 45 kW. Podczas badań rejestrowano, za pomocą czujników Pt100, temperaturę w wybranych punktach stojana (rys. 6) oraz temperaturę wirnika  $T_w$ , czynnika chłodzącego na wlocie  $T_{wi}$ , czynnika chłodzącego na wylocie z silnika  $T_{wyl}$  i temperaturę otoczenia  $T_{ot}$ . Wstępnej kalibracji modelu dokonano dla wartości mocy odpowiadającej 35 kW.

Podczas kalibracji w modelu stojana uwzględniono temperaturę otoczenia, wirnika, cieczy chłodzącej, zmierzone i wyliczone starty w uzwojeniu ( $\Delta P_{Cu} = 1560$  W) i rdzeniu stojana ( $\Delta P_{Fe} = 900$  W), a następnie tak korygowano parametry rezystancji cieplnych, aby uzyskać oczekiwaną zbieżność wyników obliczeń numerycznych z eksperymentem ( $\leq 1^\circ\text{C}$ ) dla danego stanu ustalonego. W wyniku kalibracji określono następujące wartości rezystancji cieplnych:  $R_z = 0,0018^\circ\text{Cm}^2/\text{W}$ ,  $R_S = 0,00148^\circ\text{Cm}^2/\text{W}$ ,  $R_r = 0,00065^\circ\text{Cm}^2/\text{W}$ . Temperatury zarejestrowane podczas eksperymentu i uzyskane w wyniku obliczeń z wykorzystaniem skalibrowanego modelu dla mocy 35 kW zestawiono w tabeli 1.

Na rysunkach od 7 do 9 przedstawiono przykładowe rozkłady pola temperatury uzyskane w wyniku obliczeń numerycznych z wykorzystaniem skalibrowanego modelu dla mocy 35 kW.

Dla przygotowanego w ten sposób modelu obliczeniowego różnica temperatur między obliczeniami a wynikami eksperymentu nie przekracza  $1^\circ\text{C}$ , co potwierdza, że przyjęty model obliczeniowy został poprawnie skalibrowany.

W kolejnym etapie zbadano, czy model ten jest również poprawny przy innych obciążeniach. W tym celu, podobnie jak dla mocy 35 kW, przeprowadzono badania i symulacje dla pozostałych mocy 30 kW, 40 kW i 45 kW. W wyniku tej analizy okazało się, że aby uzyskać zadowalającą zbieżność modelu obliczeniowego z eksperymentem, należy korygować rezystancje cieplne:  $R_s$  – rezystancję cieplną odpowiadającą wciskowi pomiędzy rdzeniem a konstrukcją płaszczka wodnego oraz  $R_r$  – rezystancję cieplną odpowiadającą wciskowi pomiędzy radiatorem a konstrukcją płaszczka wodnego. Pozostawiając stałą wartość rezystancji cieplnych dla mocy 45 kW, obliczono temperaturę uzwojenia niższą o  $15^\circ\text{C}$  w stosunku do temperatury otrzymanej eksperymentalnie ( $140^\circ\text{C}$ ), co jest już sporym błędem. Eksperyment i wyniki kalibracji potwierdzają, że przy specyficznej konstrukcji silnika



## SILNIKI ELEKTRYCZNE I SYSTEMY NAPĘDOWE OD 0,04 kW DO 6000 kW



założenie stałej rezystancji cieplnej pomiędzy stojanem a układem chłodzenia prowadzi do dużego błędu. Automatywna zmiana rezystancji cieplnych w modelu podczas obliczeń jest trudna do uwzględnienia, gdyż wartości rezystancji cieplnych można wyznaczyć jedynie drogą eksperymentu. Poniżej na wykresach (rys. 10 i 11) pokazano jak zmienia się rezystancja  $R_s$  i  $R_r$ .

Analizując powyższe wykresy, można zauważyć, że rezystancja cieplna rośnie wraz z obciążeniem (temperaturą), co jest wynikiem rozluźniania się połączeń skurczowych wraz ze wzrostem temperatury maszyny.

**5. Wyznaczenie minimalnego natężenia przepływu czynnika chłodzącego**

Aby określić najmniejszą dopuszczalną wartość natężenia przepływu medium chłodzącego dla analizowanego rozwiązania konstrukcyjnego, przy określonej mocy silnika 45 kW (moc znamionowa), opracowano charakterystykę zmian temperatury uzwojenia w zależności od wartości przepływu medium chłodzącego (rys. 12). W charakterystyce tej zaznaczono ograniczenie związane z założeniami konstrukcyjnymi. Do opracowania poniższej charakterystyki wykorzystano skalibrowany model obliczeniowy opisany w pkt. 4 i 5, zmieniając w nim parametry czynnika chłodzącego (woda, glikol) i wartości jego przepływu.

Z przedstawionych wykresów wynika, że przyjmując ograniczenie temperatury uzwojenia o klasie izolacji H(180°C), minimalna wartość natężenia przepływu medium chłodzącego o temperaturze 40°C wynosi 1,6 dm<sup>3</sup>/min dla wody i 3,4 dm<sup>3</sup>/min. Jak jednak widać, zalecana minimalna wartość przepływu medium chłodzącego, powyżej której nie ma już znaczącego spadku temperatury uzwojenia, to 10 dm<sup>3</sup>/min.

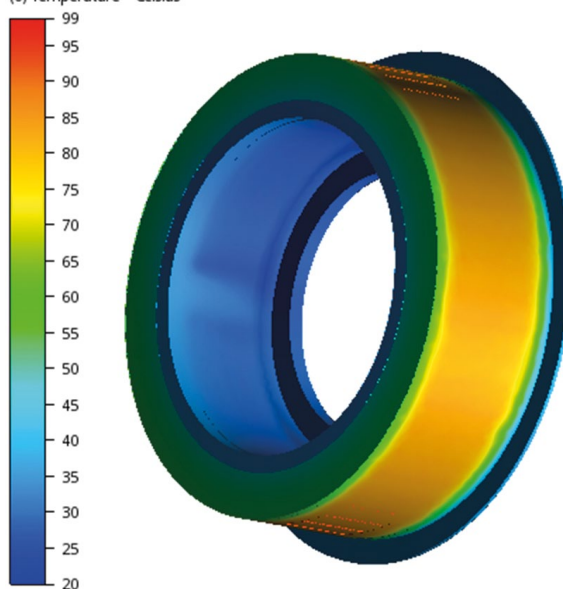
**6. Podsumowanie**

Obliczenia numeryczne MES i CFD pozwalają na wyznaczenie parametrów eksploatacyjnych silnika. Dzięki przeprowadzonym obliczeniom można określić minimalne wartości przepływu medium chłodzącego, biorąc pod uwagę maksymalne dopuszczalne temperatury pracy maszyny. Można również określić

Tabela 1

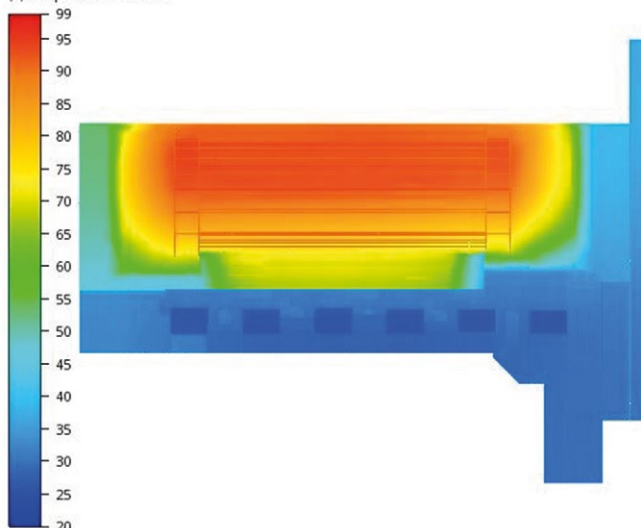
Pkt. pom.	Temperatura [°C]		
	Badania	Obliczenia	Różnica
1	94,0	93,5	0,5
2	92,3	91,6	0,7
3	95,8	94,8	1,0
4	88,9	88,2	0,7
5	47,5	46,9	0,6
6	57,5	58,5	1,0
7	50,4	49,7	0,7
8	60,8	61,6	0,8
9	36,8	36,5	0,3
10	44,6	45,4	0,8
T <sub>wł</sub>	24,1	24,1	-
T <sub>wyl</sub>	27,7	28,0	0,3
T <sub>ot</sub>	28,8	28,8	-

(6) Temperature - Celsius



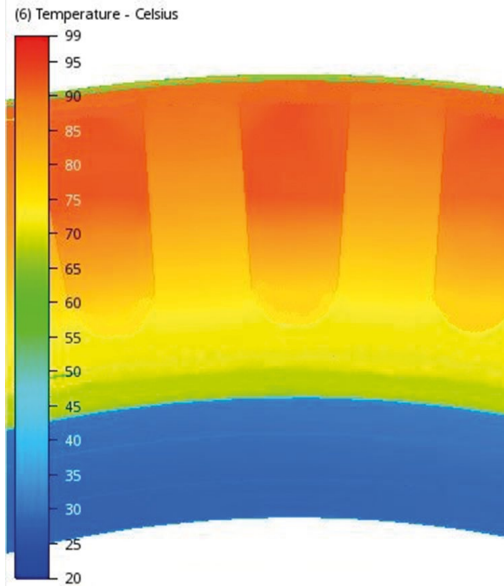
Rys. 7. Przykładowy rozkład temperatury stojana dla mocy 35 kW i przepływu wody w układzie chłodzenia 10 dm<sup>3</sup>/min

(6) Temperature - Celsius

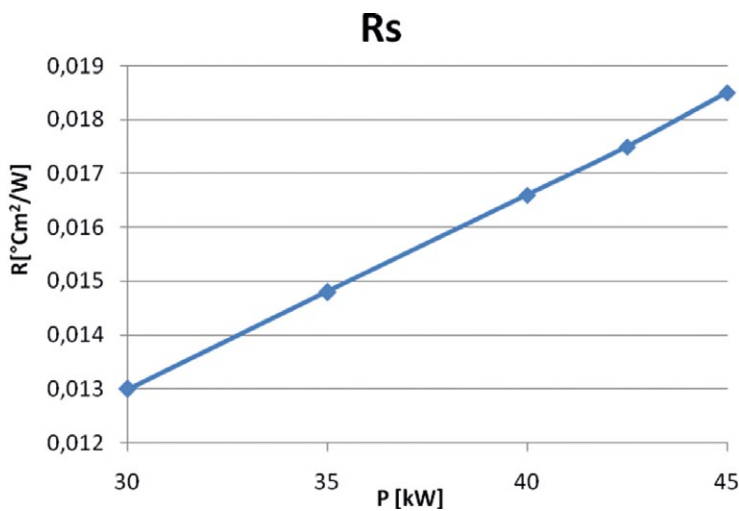


Rys. 8. Rozkład temperatury stojana dla mocy 35 kW i przepływu wody w układzie chłodzenia 10dm<sup>3</sup>/min – przekrój osiowy

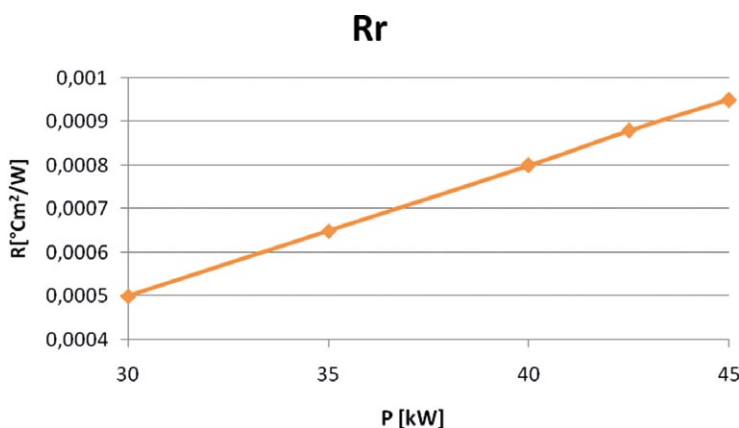




Rys. 9. Przykładowy rozkład temperatury stojana dla mocy 35 kW i przepływu wody w układzie chłodzenia 10 dm<sup>3</sup>/min – przekrój poprzeczny



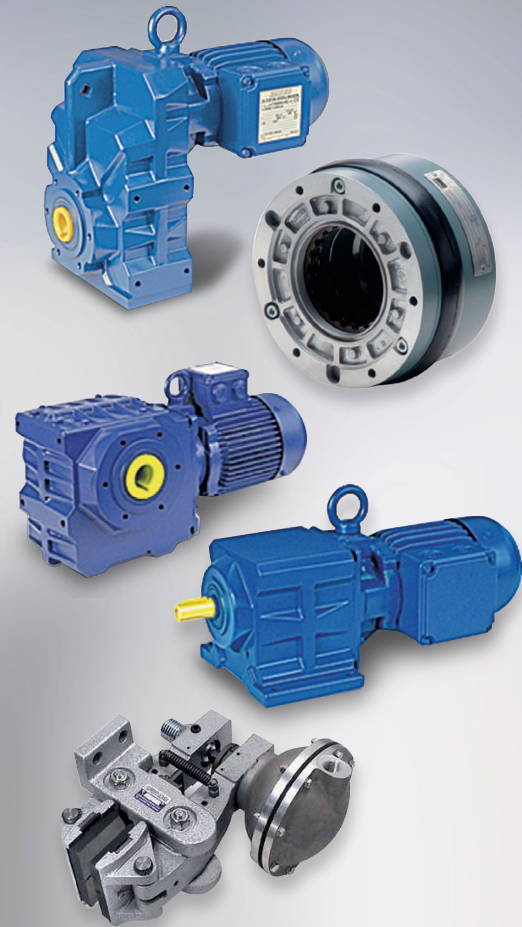
Rys. 10. Wyznaczona zmiana rezystancji cieplnej między płaszczem a rdzeniem stojana w zależności od mocy silnika



Rys. 11. Wyznaczona zmiana rezystancji cieplnej między radiatorom a rdzeniem stojana w zależności od mocy silnika

reklama

## Razem możemy osiągnąć więcej!



### Oferujemy sprzedaż oraz serwis dla:

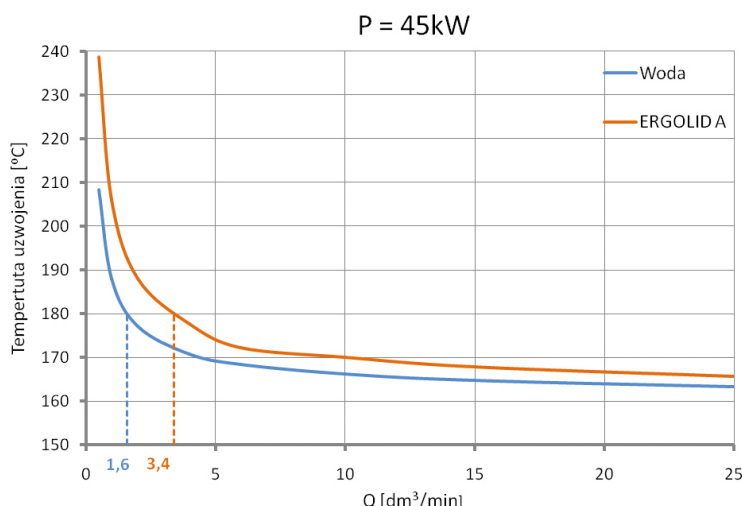
- Motoreduktorów
- Silników elektrycznych i przekładni
- Elektrobębnow
- Sprzęgieł i hamulców

### Nowość w ofercie

- POMIARY WIBROAKUSTYCZNE
- POMIARY TERMOWIZYJNE
- POMIARY OCHRONNE



STEINLEN Polska Sp. z o.o.  
 ul. W. Grabskiego 4/8, 63-500 Ostrzeszów  
 tel. 62 732 23 50 lub 52, fax 62 732 23 51  
 www.steinlenpolska.pl



Rys. 12. Dobór optymalnego natężenia przepływu przy mocy ciągłej prototypowego silnika 45 kW

zalecaną wartość przepływu medium chłodzącego, powyżej której nie ma już znaczącej poprawy efektywności układu chłodzenia, a jedynie niekorzystnie wzrastają opory hydrauliczne.

Należy zwrócić uwagę, że do przeprowadzenia takich analiz niezbędny jest dokładny, skalibrowany i zweryfikowany model obliczeniowy. Przy klasycznych silnikach z wewnętrznym wirnikiem, o wielkościach mechanicznych rzędu 132 mm (często spotykanych w napędach pojazdów elektrycznych), wystarczająca okazała się kalibracja modelu dla jednej wartości pracy. Przy założeniu stałych parametrów kalibracji (rezystancji cieplnych) model obliczeniowy charakteryzuje się dobrą dokładnością przy różnych obciążeniach cieplnych maszyny. W przypadku analizowanego silnika z wirnikiem zewnętrznym (o wielkości mechanicznej rzędu 200 mm) kalibracja modelu dla jednej wartości pracy nie zapewnia takiej dokładności. Związane jest to z konstrukcją maszyny: dużymi średnicami oraz rozluźnianiem kontaktu pomiędzy stojanem a radiatorem wraz ze wzrostem temperatury. Skalibrowanie takiego modelu dla jednej wartości pracy (obciążenia) powoduje, że przy wyższych obciążeniach otrzymuje się zaniżone wartości temperatury, a przy niższych zawyższone. Do uzyskania wysokiej dokładności modelu obliczeniowego niezbędne jest uwzględnienie zmian parametru rezystancji cieplnej pomiędzy stojanem a konstrukcją nośną. Niestety wymaga

to kalibracji dla kilku wartości pracy silnika, co jest trudniejsze, ponieważ w zastosowanym programie obliczeniowym nie ma możliwości parametryzacji wartości rezystancji cieplnej od temperatury. Rozwiązaniem może być napisanie procedury uwzględniającej zmianę tego parametru lub zastosowanie stałej rezystancji cieplnej i wyznaczenie współczynnika korekcji dla uzyskiwanych wyników.

## Literatura

- [1] BĘDKOWSKI B., MADEJ J.: *Własności cieplne pakietu blach elektrotechnicznych – badania i symulacje*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2/2015.
- [2] BĘDKOWSKI B., MADEJ J.: *Wyznaczenie zastępczej rezystancji cieplnej izolacji żłobkowej – badania i symulacje*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2/2015.
- [3] BĘDKOWSKI B., MADEJ J.: *Analiza wydajności różnych rozwiązań konstrukcyjnych układu chłodzenia silnika elektrycznego do zabudowy w kole*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 1/2018.
- [4] CYGANIK Ł., KRÓL E., BARANOWSKI J., DRABEK T., DZIWIŃSKI T., PIĄTEK P.: *Analiza termiczna obudowy silnika do zakrętarki elektromechanicznej*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 1/2018.
- [5] HENDERSHOT J.R., MILLER T.J.E.: *Design of brushless permanent-magnet motors*. Magna Physics Pub., 1994.

- [6] MEJUTO C., MUELLER M., SHANEL M., MEBARKI A., STATON D.: *Thermal modelling investigation of heat paths due to iron losses in synchronous machines*. Proc. IEEE PEMD, 2008.
- [7] MYNAREK P., KOWOL M.: *Analiza cieplna silnika PMSM za pomocą metody elementów skończonych i schematów cieplnych*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 4/2014.
- [8] NATEGH S., WALLMARK O., LEKSELL M., ZHAO S.: *Thermal Analysis of a PMSM Using Partial FEA and Lumped Parameter Modeling*. IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 27, no. 2, 2012.
- [9] SANÁNDRES U., ALMANDOZ G., POZA J., UGALDE G.: *Design of Cooling Systems Using Computational Fluid Dynamics and Analytical Thermal Models*. Industrial Electronics. IEEE Transactions, 8(61)/2014.
- [10] ZHANG B., QU R., XU W., WANG J., CHEN Y.: *Thermal Model of Totally Enclosed Water-Cooled Permanent Magnet Synchronous Machines for Electric Vehicle Applications*. IEEE, Berlin 2014.
- [11] STATON D.A.: *Electric Motor Cooling System Design*. ICEM, Berlin 2014.
- [12] SIESING L., REINAP A., ANDERSSON M.: *Thermal properties on high fill factor electrical windings: Infiltrated vs non infiltrated*. IEEE, Berlin 2014.
- [13] SOONG W.L.: *Thermal Analysis of Electrical Machines: Limits and Heat Transfer Principles*. Power Engineering Briefing Note Series, Lipiec 2008.
- [14] MILLER T.J.E.: *SPEED's Electric Motors*. University of Glasgow, 2002.

Projekt „Innowacyjne rozwiązania napędu bezpośredniego pojazdów elektrycznych”, współfinansowany ze środków NCBiR w ramach programu LIDER VII, zgodnie z umową: LIDER/24/0082/L-7/15/NCBR/2016.

dr inż. Bartłomiej Będkowski  
e-mail: b.bedkowski@komel.katowice.pl  
Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL

prof. ATH dr hab. inż. Jerzy Madej  
e-mail: juma@ath.bielsko.pl  
Akademia Techniczno-Humanistyczna  
Wydział Budowy Maszyn i Informatyki  
Katedra Podstaw Budowy Maszyn

# Producenci w Polsce zadowoleni z kondycji swoich firm

Ankietowani w I kwartale 2019 r. producenci działający w Polsce pozytywnie oceniali kondycję swoich firm i zakładali, że zamkną rok 2019 r. z lepszymi lub podobnymi wynikami już w ubiegłym – wynika z badania przeprowadzonego na zlecenie PSI Polska. Czy pojawiające się w ostatnich miesiącach symptomy spowolnienia gospodarczego skłonią ich do rewizji prognoz?

## Optymistyczne nastroje

Jak wynika z badania przeprowadzonego wiosną 2019 r. wśród przedsiębiorstw produkcyjnych działających w Polsce, branża pozytywnie oceniała aktualną kondycję swoich firm. Ośmiu na dziesięciu producentów ogółem określiło ją jako pozytywną. Większymi optymistami byli przedstawiciele większych firm, 83 proc. z nich szacowało sytuację firmy jako co najmniej dobrą, a w tym 22 proc. jako bardzo dobrą. Średnie firmy były nieco bardziej sceptyczne, pozytywną opinię o kondycji wyrażało 79 proc. z nich, z czego 23 proc. oceniało ją jako bardzo dobrą. Najlepiej kondycję swoich firm oceniali przedstawiciele sektora produkcji samochodów i sprzętu transportowego – 88 proc. i mebli – 84 proc. Najmniej zadowolone były przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją maszyn i urządzeń, ale i tak niemal 3/4 z nich uważało, że ich sytuacja jest bardzo dobra lub dobra.

## Dobry czas dla produkcji

Ponad połowa (52 proc.) ankietowanych firm produkcyjnych liczyła na to, że zamknie obecny rok z bilansem lepszym niż w poprzednim, a 38 proc. było zdania, że będzie on podobny. Największymi optymistami byli w tym obszarze średni producenci, ponieważ perspektywę poprawy wyników przyjmowało 59 proc. z nich. Duże firmy były nieco bardziej ostrożne w swoich prognozach – na lepsze zamknięcie roku liczyło 45 proc. z nich. Taka dysproporcja w ocenach może wynikać z faktu, że większym producentom trudno o spektakularne wzrosty, a także częściej przykładają oni wagę do analizy koniunktury gospodarczej. Najbardziej optymistycznie w przyszłość patrzyli producenci mebli, najmniej – maszyn i urządzeń; odpowiednio 58 i 43 proc. Umiarkowany entuzjazm panował wśród firm z sektorów wyrobów z metalu oraz samochodów i sprzętu transportowego. Ci pierwsi na poprawę sytuacji wskazywali w 55 proc. przypadków, drudzy z kolei w połowie z nich. Największymi pesymistami były firmy wytwarzające maszyny i urządzenia – 18 proc. z nich było zdania, że rok 2019 będzie dla nich gorszy niż poprzedni.

## Uzależnieni od eksportu...

Wyniki badania pokazują również, jak bardzo firmy produkcyjne w Polsce są uzależnione od eksportu – fakt ten skłania do refleksji nad ich przyszłością, jeśli weźmie się pod uwagę gorsze nastroje gospodarek innych krajów. Deklarowana

sprzedaż zagraniczna stanowiła średnio 59 proc. całkowitych przychodów wszystkich ankietowanych producentów. Największe znaczenie eksport miał dla branży meblarskiej, gdzie blisko 3/4 wytwarzanych produktów sprzedawanych było poza Polską, a najmniejsze dla producentów sektora wyrobów z metalu – 53 proc. Zaskoczenia nie budziły podstawowe kierunki eksportu: 9 na 10 firm sprzedawało swoje produkty w krajach Europy Zachodniej. 88 proc. firm prowadziło sprzedaż w innych państwach wspólnoty, a 65 proc. eksportowało do krajów spoza Unii. Co ciekawe, firmy zatrudniające ponad 250 pracowników znacznie chętniej obierały ten ostatni kierunek. 78 proc. z nich kierowało swoje produkty do krajów niezrzeszonych w UE, podczas kiedy nieco ponad połowa (53 proc.) średnich producentów sprzedawała swoje produkty w tych państwach.

## ... ale z nadzieją patrzący w przyszłość

49 proc. firm było zdania, że udział przychodów z tytułu eksportu w 2019 r. nie zmieni się w stosunku do 2018 r., a 38 proc. uważało, że wzrośnie. Średnie firmy w porównaniu do dużych przedsiębiorstw były zdecydowanie bardziej optymistyczne – niemal połowa z nich (47 proc.) uważała, że rola eksportu będzie większa, podczas kiedy tylko 30 proc. dużych producentów było takiego zdania. Najmniejszymi optymistami byli producenci aut i sprzętu transportowego – co czwarty podmiot z branży automotive obawiał się spadku przychodów uzyskanych z tytułu eksportu produktów w 2019 r. Utrzymania *status quo* w poziomie przychodów z handlu zagranicznego spodziewało się 6 na 10 firm specjalizujących się w produkcji maszyn i urządzeń.

## Informacje o badaniu

Badanie „Gotowość firm produkcyjnych do wdrożenia rozwiązań Przemysłu 4.0” zostało przeprowadzone na zlecenie firmy PSI Polska przez agencję badawczą PMR w I kwartale 2019 r. Objęło duże i średnie firmy produkcyjne wykorzystujące systemy informatyczne ERP, funkcjonujące w Polsce i mające obroty powyżej 20 mln zł. W jego ramach przeprowadzono wywiady telefoniczne z wykorzystaniem techniki CATI wśród osób decyzyjnych z 228 przedsiębiorstw działających w czterech sektorach produkcyjnych: maszyn i urządzeń, samochodów i sprzętu transportowego, mebli oraz wyrobów z metalu. ■

# Korzyści z zastosowania silnika synchronicznego wzbudzanego magnesami trwałymi o rozruchu bezpośrednim zamiast silnika asynchronicznego synchronizowanego

Adam Gozdowiak, Szymon Lipiński

## 1. Wstęp

W dobie poszukiwań oszczędności w poborze energii elektrycznej oraz zmniejszania liczby roboczogodzin personelu obsługującego zespoły maszynowe w zakładach przemysłowych dużą popularność zyskuje silnik synchroniczny wzbudzany magnesami trwałymi o rozruchu bezpośrednim (z ang. LSPMSM).

Na przestrzeni ostatnich lat powstało wiele prototypowych silników LSPMSM [1–7]. Badania na małych silnikach pozwoliły na wypracowanie wzorców konstrukcyjnych pozwalających na budowę coraz to większych jednostek napędowych [1, 3].

Ostatnio publikowane wyniki badań i budowa silników powyżej 1000 kW [4] wskazują, że większość problemów w silnikach LSPMSM została rozwiązana. Trudnościami tymi były: zbyt wysokie prądy rozruchowe, niska przeciążalność, niski moment wpadu w synchronizm, wysoki moment zaczepowy i niesinusoidalny rozkład indukcji w szczelinie. Dlatego w najbliższych latach można spodziewać się większego zainteresowania tymi maszynami. Jest to wynik pozytywnych recenzji pracujących prototypowych silników.

Wychodząc naprzeciw wątpliwościom stawianym przez użytkowników dużych silników elektrycznych co do słuszności wyboru zakupu nowych maszyn, w artykule porównano właściwości eksploatacyjne silnika asynchronicznego synchronizowanego (SASf-1612LX) z silnikiem synchronicznym wzbudzany

**Streszczenie:** W artykule udowodniono słuszność wyboru silnika synchronicznego wzbudzanego magnesami trwałymi o rozruchu bezpośrednim (GZM-1612L) zamiennego montażowo za silnik asynchroniczny synchronizowany (SASf-1612LX). Wywodu tego dokonano poprzez porównanie właściwości eksploatacyjnych obu maszyn o tej samej mocy znamionowej na wale, tj. 3200 kW. Porównaniom poddano właściwości rozruchowe, przeciążalność, sprawność oraz obsługowość obu maszyn.

Słowa kluczowe: silnik asynchroniczny synchronizowany, silnik synchroniczny wzbudzany magnesami trwałymi, właściwości eksploatacyjne

## THE ADVANTAGE OF CHOOSING LINE START PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR INSTEAD OF SYNCHRONIZED ASYNCHRONOUS MOTOR

**Abstract:** This article presents the pertinence of choosing a line start permanent magnet synchronous motor (GZM-1612L) replacement assembly of synchronized asynchronous motor (SASf-1612LX). This is done by comparing the operating properties of both machines with the same rated power on the shaft, as 3200 kW. The starting current, overloading, efficiency and maintenance of both machines are compared.

Keywords: synchronized asynchronous motor, line start permanent magnet synchronous motor, operating properties

Tabela 1. Dane znamionowe badanych silników

Parametr	SASf-1612LX	GZM-1612L
$P_N$ [kW]	3200	3200
$n_N$ [obr./min]	500	500
$f_N$ [Hz]	50	50
$U_N$ [V]	6000	6000
$I_N$ [A]	355	323
$\cos\phi_N$ [-]	0,9 poj.	0,97 ind.
$\eta$ [%]	96,3	98,3
$I_R/I_N$ [-]	5,6*	6,8
$M_R/M_N$ [-]	1,0*	2,0
$M_{MIN}/M_N$ [-]	-	1,2

\*Prąd i moment rozruchowy zostały wyznaczone dla wartości rezystancji rozrusznika równej 0,08  $\Omega$ , która jest minimalną rezystancją dodatkową włączoną w obwód wirnika, pozwalającą na rozruch silnika z pełnym obciążeniem

magnesami trwałymi o rozruchu bezpośrednim (GZM-1612L) o mocach  $P = 3200$  kW. Dane znamionowe powyższych maszyn zawarto w tabeli 1.

## 2. Silnik SAS, typ: SASf-1612LX

Silnik asynchroniczny synchronizowany (SASf-1612LX) jest szczególnym przypadkiem silnika dwustronnie zasilanego. Uzwojenie wirnika jest zasilane napięciem stałym w celu uzyskania synchronicznej prędkości obrotowej. SAS uruchamiany jest podobnie jak silnik indukcyjny pierścieniowy poprzez dołączenie trójfazowego rozrusznika do uzwojenia wirnika za



Rys. 1. Widok silnika asynchronicznego synchronizowanego, typ: SASf-1612LX

pomocą pierścieni ślizgowych. W ten sposób łączy się zaletę silnika pierścieniowego, jaką jest łagodny rozruch, z zaletą silnika synchronicznego, jaką jest praca z wysokim współczynnikiem mocy.

Widok silnika SASf-1612LX, będącego na stacji prób w 2016 roku, przedstawiono na rysunku 1. Silnik ten z racji dużych

strat został zaprojektowany jako maszyna przewietrzana z promieniowymi kanałami wentylacyjnymi w stojanie i wirniku.

Przewagą silnika asynchronicznego synchronizowanego nad silnikiem synchronicznym o wzbudzeniu elektromagnetycznym jest znacznie większy moment rozruchowy, który może być regulowany poprzez zmianę rezystancji rozrusznika. Rozruch bez dodatkowej rezystancji w obwodzie wirnika, jedynie przy zwartych zaciskach uzwojenia, umożliwia rozruch silnika jedynie przy małym obciążeniu nieprzekraczającym  $0,1 M_N$  (rysunek 2). Przy tak małym momencie może się okazać, że rozruch bez obciążenia trwać będzie na tyle długo, iż dojdzie do przegrzania uzwojeń na skutek zbyt małego zapasu momentu asynchronicznego przy odpowiednio wysokim momencie bezwładności urządzenia napędzanego.

W silniku SAS maksymalna wartość prądu rozruchowego występuje dla zerowej rezystancji rozrusznika. Wzrost tej rezystancji przyczynia się do zmniejszania wartości prądu rozruchowego (rysunek 3). Moment rozruchowy natomiast jest największy dla rezystancji rozrusznika ( $R_{W \text{ dodatkowa}}$ ) równej  $0,4 \Omega$ .

Silniki SAS posiadają inną konstrukcję uzwojenia wirnika w odróżnieniu od klasycznych silników pierścieniowych. W czasie rozruchu do trójfazowego uzwojenia wirnika dołączony jest rozrusznik. Po osiągnięciu prędkości bliskiej synchronicznej do uzwojenia wirnika zostaje podane napięcie stałe i następuje synchronizacja.

reklama



## Międzynarodowe Targi Automatyki i Pomiarów

### BIURO TARGÓW

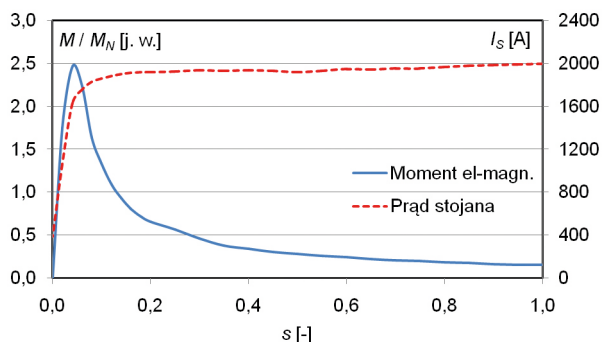
Al. Jerozolimskie 202,  
02-486 Warszawa  
tel. 22 874 01 50, 874 02 30,  
fax 22 874 01 49  
e-mail: targi@automaticon.pl

### ORGANIZATORZY

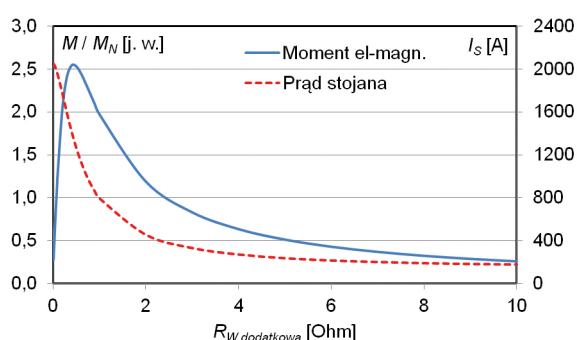
SIEĆ BADAWCZA  
ŁUKASIEWICZ



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



Rys. 2. Wartości prądu stojana i momentu elektromagnetycznego w funkcji poślizgu, SASf-1612LX

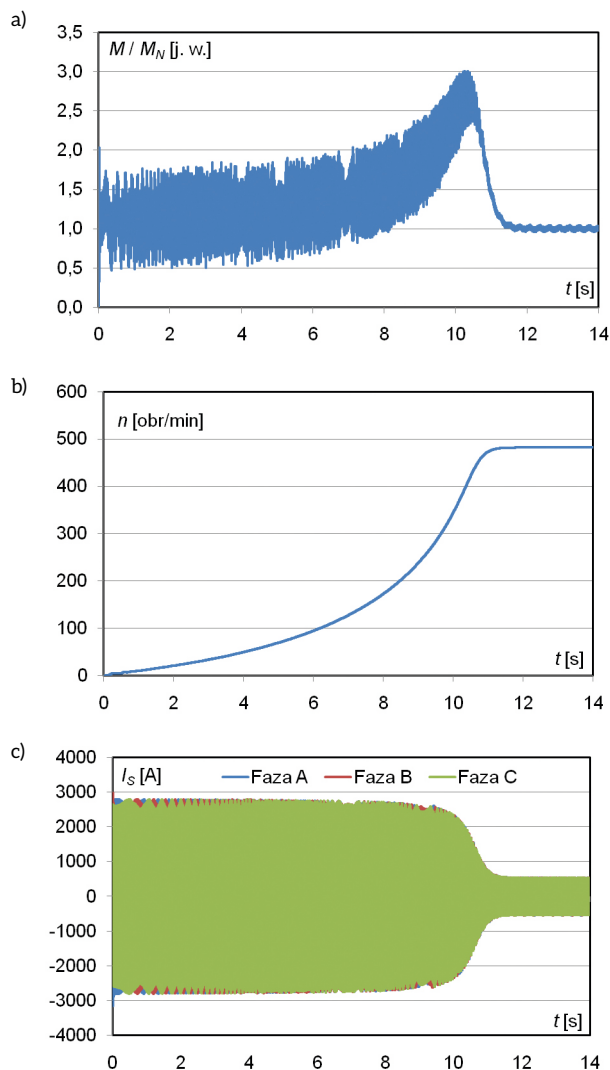


Rys. 3. Wartości prądu stojana i momentu rozruchowego w funkcji rezystancji dodatkowej w uzwojeniu wirnika dla  $s = 1$ , SASf-1612LX

Pełen obraz procesu rozruchu pokazują przebiegi momentu, prędkości i prądu stojana (rysunek 4). Przyjęto, że rezystancja dodatkowa dołączona do uzwojenia wirnika wynosi  $0,08 \Omega$ . Wartość ta jest najmniejszą wartością umożliwiającą rozruch silnika przy  $M_{OBC} = M_N$  bez dodawania układu regulacji rozrusznika (rysunek 3). Dla takiej rezystancji wykazano największy prąd stojana, jaki może pojawić się podczas rozruchu. Założono również, że moment bezwładności obciążenia wynosi  $2000 \text{ kgm}^2$ ,  $s$  samego silnika  $1900 \text{ kgm}^2$ .

Dla porównania na rysunku 5 przedstawiono charakterystyki rozruchowe dla rezystancji dodatkowej równej  $0,4 \Omega$ , która umożliwia zredukowanie prądu rozruchowego stojana przy jednoczesnym uzyskaniu maksymalnej wartości momentu rozruchowego. Maksymalna wartość rezystancji rozrusznika pozwalająca na rozruch silnika przy znamionowym obciążeniu wynosi  $2,2 \Omega$ . Niestety, im większa wartość rezystancji rozrusznika, tym większy poślizg w pracy asynchronicznej. Dlatego rezystancję podczas rozruchu należy stopniowo zmniejszać, w celu zbliżenia prędkości obrotowej do prędkości synchronicznej, a następnie zapoczątkować proces synchronizacji silnika.

Synchronizacja silnika nastąpi wówczas, gdy w odpowiedniej chwili czasowej do uzwojenia wirnika zostanie doprowadzony prąd stały o odpowiedniej wartości. Podczas pracy synchronicznej dwie fazy wirnika są połączone równolegle oraz szeregowo z fazą trzecią. W takim rozkładzie w jednej fazie płynie

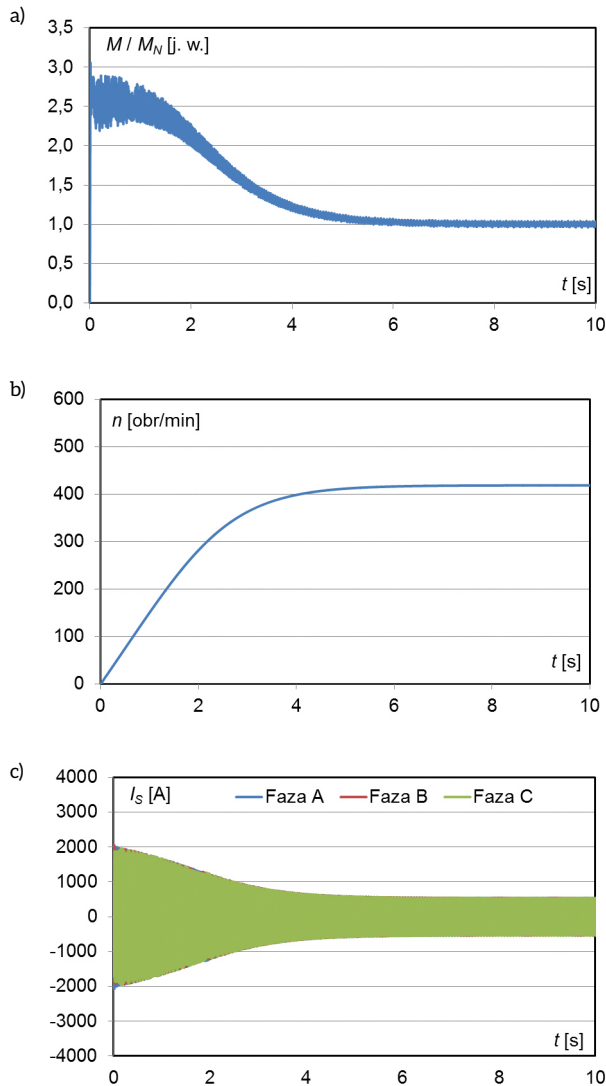


Rys. 4. Przebiegi czasowe: a) momentu elektromagnetycznego; b) prędkości obrotowej; c) prądów stojana w czasie rozruchu silnika SASf-1612LX dla  $M_{OBC} = M_N$  oraz  $R_{Wdodatkowa} = 0,08 \Omega$

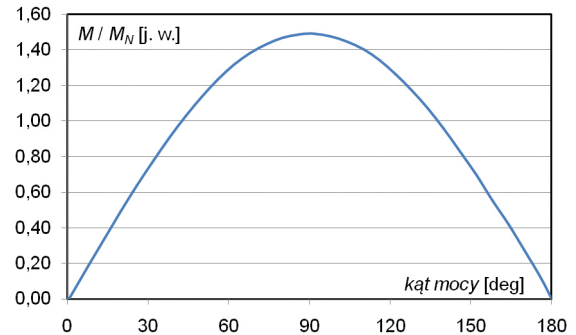
prąd o dwukrotnie wyższej wartości niż w pozostałych dwóch. Dlatego też uzwojenie jednej fazy posiada szerszy żłobek, aby pomieścić dwa razy więcej prętów miedzianych. Jest to zabieg celowy, aby we wszystkich fazach gęstość prądu była jednakowa.

Synchronizacja silników SAS jest istotnym zagadnieniem procesu rozruchu. Im większa moc silnika, tym trudniejsza synchronizacja. Przypadkowe załączenie prądu wzbudzenia powoduje powstanie niekorzystnych, dynamicznych zjawisk elektromechanicznych. Niejednokrotnie w celu dokonania synchronizacji forsuje się prąd wzbudzenia. Jest to wynik błędnie dobranej chwili załączenia prądu wzbudzenia. Podczas forsowania tego prądu silnik wytwarza moment elektromagnetyczny znacznie większy od znamionowego, doprowadzając do synchronizacji. Taki sposób synchronizacji posiada wiele wad, do których można zaliczyć:

- powstanie dużych sił dynamicznych wytwarzających naprężenia w uzwojeniach i elementach konstrukcyjnych;
- pojawienie się drgań promieniowych obciążających łożyska;



Rys. 5. Przebiegi czasowe: a) momentu elektromagnetycznego; b) prędkości obrotowej; c) prądów stojana w czasie rozruchu silnika SASf-1612LX dla  $M_{OBC} = M_N$  oraz  $R_{Wodotkowa} = 0,4 \Omega$



Rys. 6. Zależność momentu elektromagnetycznego w funkcji kąta mocy, SASf-1612LX

- indukowanie sił elektromotorycznych o innym przesunięciu fazowym niż napięcie sieci, wobec czego układ izolacyjny uzwojenia stojana jest poddawany naprężeniom dochodzącym do podwójnej wartości i może ulec przebiciu lub przyspieszyć proces starzeniowy izolacji, prowadząc do awarii silnika.

Wadą silników SAS jest ich mała przeciążalność, wynikająca głównie z małej szczeliny powietrznej. Rozpatrywany silnik posiada maksymalny moment elektromagnetyczny równy  $1,5 M_N$  podczas pracy pojemnościowej ze współczynnikiem mocy równym 0,9 (rysunek 6). W tym stanie maszyna jest przewzbudzona i oddaje do sieci moc bierną indukcyjną, pracując jako kompensator.

Wielu użytkowników zaprzestaje korzystania z zalety silników SAS, jaką jest kompensacja mocy biernej. Jest to szczególnie widoczne w zakładach przemysłowych wykorzystujących powszechnie baterie kondensatorów. Powoduje to, że silnik pracujący ze współczynnikiem mocy równym 1 potrzebuje zdecydowanie mniejszego prądu wzbudzenia, co wiąże się z mniejszym poborem mocy przez silnik, a tym samym ze

reklama

**IOW** **IOW TRADE**  
DRIVES HYDRAULICS FILTRATION

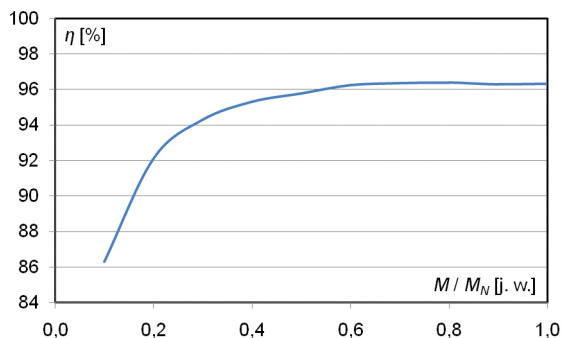
- Przekładnie i motoreduktory walcowe, walcowo stożkowe, ślimakowe, planetarne, wariatory
- Silniki elektryczne
- Siłowniki śrubowe
- Sprzęgła przemysłowe
- Łańcuchy przemysłowe

IOW TRADE Sp. z o.o.

Ul. Zwoleńska 17 | 04-761 Warszawa

+48 22 51256 81 | [www.iowtrade.pl](http://www.iowtrade.pl) | [dr@iow.pl](mailto:dr@iow.pl)





Rys. 7. Sprawność silnika SASf-1612LX



Rys. 8. Widok silnika LSPMSM, SMH-1732M

wzrostem jego sprawności. Jednakże zmniejszenie prądu wirnika przyczynia się do zmniejszenia przeciążalności i tak dla badanej maszyny spadnie on z poziomu 1,5 do 1,2. W konsekwencji przy nagłym wzroście obciążenia i niestabilnej pracy może dojść do wypadnięcia silnika z synchronizmu i jego zatrzymania.

Na rysunku 7 przedstawiono sprawność silnika w funkcji obciążenia. Maszyna ta utrzymuje wysoką sprawność w zakresie obciążenia powyżej  $0,5 M_N$ , natomiast poniżej tej wartości drastycznie spada.

### 3. Silnik LSPMSM, typ: GZM-1612L

Silnik synchroniczny wzbudzany magnesami o rozruchu bezpośrednim został zaprojektowany na potrzeby prezentowanego artykułu. W fazie koncepcji założono, że silnik ten będzie zamienny montażowo za silnik asynchroniczny synchronizowany typu SASf-1612LX.

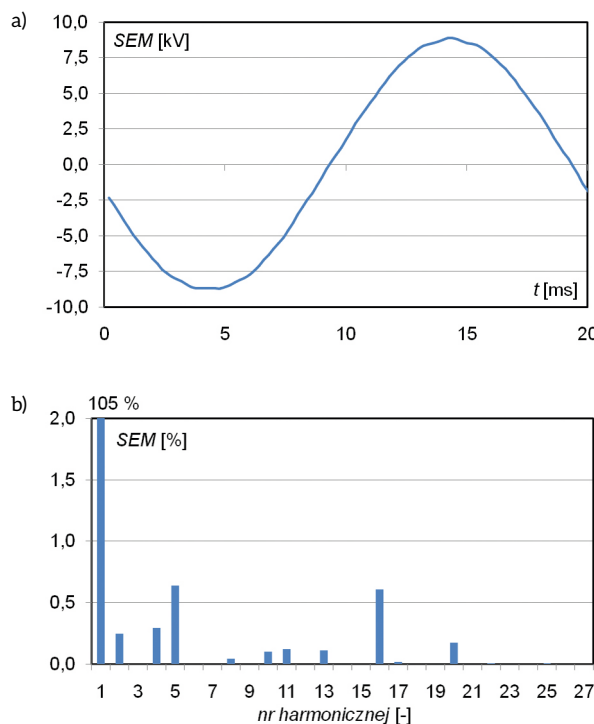
Zastosowanie magnesów trwałych w wirniku zredukowało całkowicie straty wzbudzenia, które w silniku SAS stanowią aż 31% strat całkowitych. Minimalizacja strat, a tym samym ilości wydzielanego ciepła w silniku, pozwoliła na wykonanie maszyny w obudowie zamkniętej z chłodzeniem powietrznym powierzchniowym. Przykładowy widok silnika ( $P = 1000$  kW,  $n = 187,5$  obr./min,  $U = 6$  kV,  $\eta = 97,5\%$ ,  $\cos\varphi = 0,99$ ) o takiej konstrukcji pokazano na rysunku 8.

W fazie projektowania silnika LSPMSM uzyskano sinusoidalny kształt napięcia indukowanego w uzwojeniu twornika poprzez odpowiedni dobór liczby żłobków stojana i wirnika, jak również właściwy rozkład magnesów. Przebieg tego napięcia wraz z rozkładem na wyższe harmoniczne pokazano na rysunku 9.

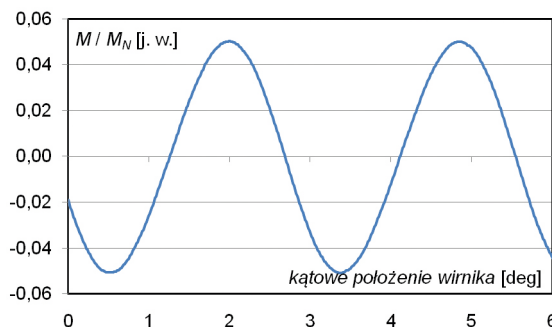
Wartość współczynnika THD wynosi 1,0%.

Poprawny dobór liczby żłobków stojana i wirnika umożliwił zminimalizowanie momentu zaczepowego do wartości nie przekraczającej  $0,05 M_N$ . Na rysunku 10 przedstawiono przebieg momentu zaczepowego w funkcji kąta położenia wirnika dla dwóch podziałek żłobkowych stojana.

Właściwości ruchowe silników LSPMSM istotnie wpływają na właściwości eksploatacyjne. W początkowej fazie rozruchu powstaje znacznych wartości moment hamujący od magnesów trwałych, który utrudnia rozruch. Wytworzony moment

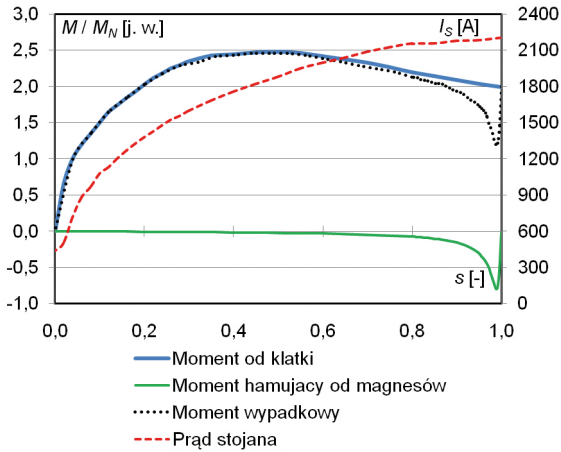


Rys. 9. Przebieg: a) napięcia indukowanego; b) jego analiza harmoniczna



Rys. 10. Przebieg momentu zaczepowego w funkcji położenia wirnika

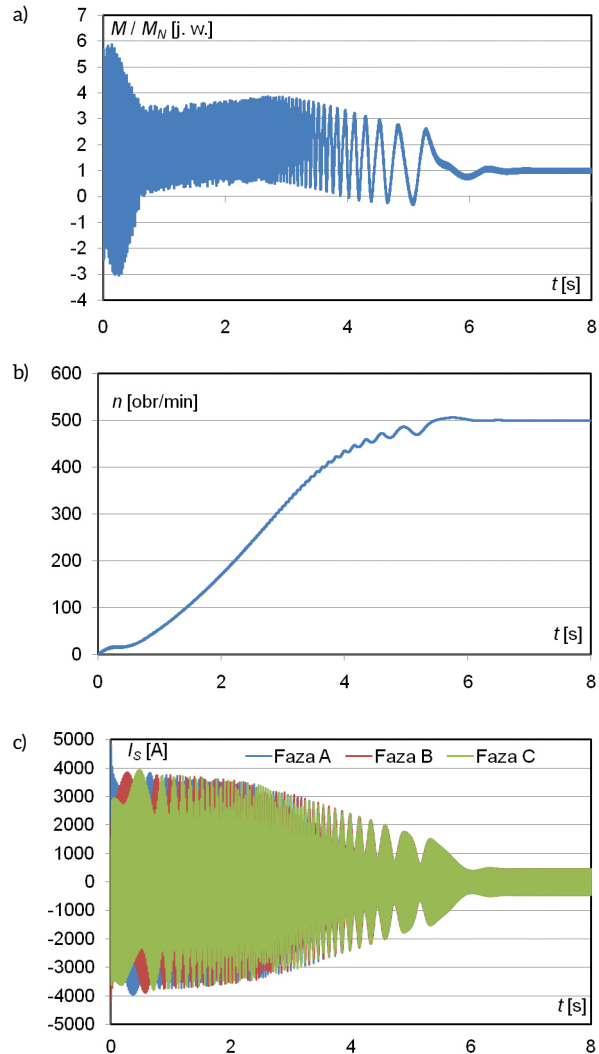




Rys. 11. Przebieg prądu stojana, momentu elektromagnetycznego i hamującego podczas rozruchu silnika GZM-1612L

asynchroniczny od klatki rozruchowej wirnika powinien być na tyle duży, aby przeciwstawić się momentowi hamującemu i obciążenia, oraz na tyle duży, aby była zachowana nadwyżka skracająca czas rozruchu. Taki zabieg eliminuje zjawisko rozmagnesowania magnesów na skutek przekroczenia dopuszczalnej temperatury klasy, z jakiej zostały wykonane magnesy. W zaprojektowanym silniku zastosowano dwie klatki w wirniku, uzyskując odpowiednio wysoki moment rozruchowy (wypadkowy, rysunek 11). Poprawne zaprojektowanie klatki umożliwiło uzyskanie momentu wpadu w synchronizm na poziomie 1,3  $M_N$  (rysunek 14). Wysoka wartość momentu wpadu gwarantuje, że silnik wpadnie w synchronizm podczas rozruchu przy znamionowym obciążeniu, jak i w warunkach obniżonego napięcia zasilania.

Istotnym zagadnieniem w procesie projektowania silnika LSPMSM jest rozruch. Wymaga on dokonania kompromisu pomiędzy odpowiednio wysokim momentem



Rys. 12. Przebiegi czasowe: a) momentu elektromagnetycznego; b) prędkości obrotowej; c) prądów stojana w czasie rozruchu silnika GZM-1612L dla  $M_{OBC} = M_N$

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 – Dławice do kabli.
- BREVETTI – Tworzywowe i stalowe przewadniki kabli.
- CATTRON – Przemysłowe systemy zdalnego sterowania radiowego.
- MICRO DETECTORS – Szeroka gama czujników.
- MARECHAL – Wtykowe złącza przemysłowe i dekontaktry (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).

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



elektromagnetycznym przy jednoczesnym ograniczaniu prądu rozruchowego. Przebiegi momentu, prędkości i prądów stojana podczas rozruchu dla  $M_{OBC} = M_N$  przedstawiono na rysunku 12.

Moment bezwładności obciążenia wynosi  $2000 \text{ kgm}^2$ , natomiast samego silnika  $1650 \text{ kgm}^2$ . Maksymalna chwilowa wartość momentu wynosi  $6 M_N$ , czyli znacząco więcej niż w przypadku silnika SAS (rysunek 4), dlatego przy zamianie silników należy sprawdzić wytrzymałość sprzęgła na obliczonej wartości momentu. W pierwszej chwili rozruchu występuje krótkotrwały skok prądowy, wynoszący  $8,8 I_{SN}$ , nie trwający dłużej niż  $0,02 \text{ s}$ . Wysoki moment wpadu gwarantuje synchronizację silnika, przez co wirnik osiąga prędkość synchroniczną.

Na rysunku 13 przedstawiono charakterystykę momentu elektromagnetycznego w funkcji kąta mocy. Dla badanego silnika uzyskano przeciążalność równą  $1,6 M_N$ , czyli zgodną z zaleceniami normy [7]. Przeciążalność uzyskano poprzez odpowiedni dobór liczby zwojów na biegun i fazę oraz zwiększenie szczeliny powietrznej w porównaniu do omawianego silnika SAS.

Na rysunku 14 widoczne są charakterystyki elektromechaniczne, tj. sprawności, współczynnika mocy oraz prądu stojana w funkcji obciążenia. Cechą charakterystyczną silnika LSPMSM jest to, że posiada on współczynnik mocy i sprawność na wysokim poziomie w szerokim zakresie obciążenia od  $0,2$  do  $1 M_N$ .

## 4. Podsumowanie

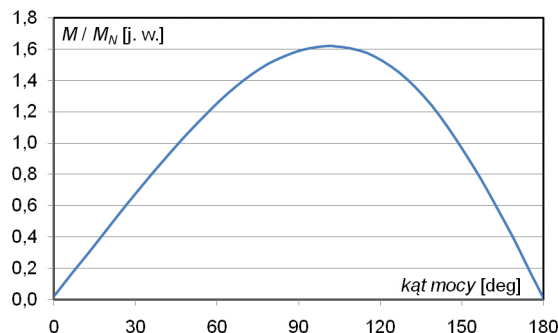
Na podstawie przedstawionych wyników obliczeń można stwierdzić, że możliwe jest zastąpienie silnika asynchronicznego synchronizowanego silnikiem synchronicznym wzbudzany magnesami trwałymi o rozruchu bezpośrednim zamiennym montażowo. Silnik LSPMSM posiada zdecydowanie większą sprawność, która jest stała w szerokim zakresie obciążenia. Obecnie silniki SAS nie są wykorzystywane w tak dużym stopniu do kompensacji mocy biernej. Zaproponowany silnik z magnesami o wysokim współczynniku mocy powyżej  $0,97$  w zakresie obciążenia od  $0,2$  do  $1 M_N$  w pełni zastępuje silnik SAS.

Ponadto silnik LSPMSM jest maszyną bezobsługową, niewymagającą rozrusznika do rozruchu ani wzbudnicy zasilającej uzwojenie wirnika. Brak urządzenia szczotkowego eliminuje częste przeglądy i wymianę zużytych szczotek. W silniku LSPMSM nie jest wymagany proces synchronizacji silnika przez obsługę lub dodatkowe układy łagodnej synchronizacji.

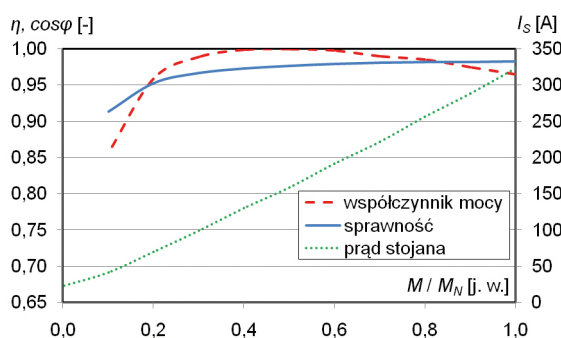
Obudowa zamknięta gwarantuje, że do wnętrza silnika nie przedostanie się niepożądany element, mogący doprowadzić do zwarcia, a tym samym do uszkodzenia. W szczególnych nieprzewidzianych przypadkach zamknięta obudowa chroni maszynę przed zalaniem.

## Literatura

- [1] ZAWILAK T., ZAWILAK J.: *Silnik synchroniczny wzbudzany magnesami trwałymi w napędzie młyna kulowego*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 3/2016.
- [2] ZAWILAK T., ZAWILAK J.: *Properties and parameters of the synchronous motors with permanent magnets*. „Przegląd Elektrotechniczny” R93, 11/2017.



Rys. 13. Charakterystyka przeciążalności silnika GZM-1612L



Rys. 14. Charakterystyki elektromagnetyczne silnika GZM-1612L

- [3] ZAWILAK T.: *Silnik synchroniczny wzbudzany magnesami trwałymi w napędzie pompy dużej mocy*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2/2015.
- [4] LIPIŃSKI S., ZAWILAK J.: *Energooszczędne silniki elektryczne w napędach pomp wirowych*. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, Studia i Materiały, nr 70, 2014.
- [5] LIPIŃSKI S., ZAWILAK J.: *Analiza stanu ustalonego wymiany ciepła w silniku synchronicznym z magnesami trwałymi*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 3/2016.
- [6] ZAWILAK T.: *Utilizing the deep bar effect on Line start of permanent magnet machines*. „Przegląd Elektrotechniczny” R89, 2b/2013.
- [7] IEC 60034-12 Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors.

dr inż. Adam Gozdowiak  
 Politechnika Wrocławska  
 Katedra Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych  
 e-mail: adam.gozdowiak@pwr.edu.pl

mgr inż. Szymon Lipiński  
 Dolnośląska Fabryka Maszyn Elektrycznych Sp. z o.o.  
 e-mail: szymon.lipinski@dfme.pl

# Badania trójfazowego silnika reluktancyjnego przełączalnego 6/4

Grzegorz Podskarbi, Mariusz Korkosz

## 1. Wstęp

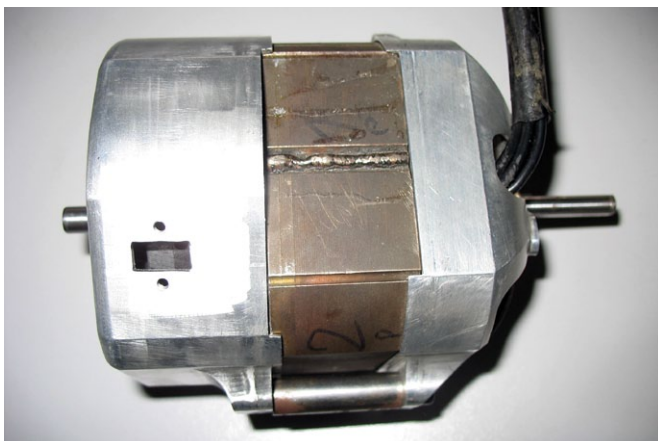
Aktualne tendencje światowe do ograniczenia zużycia energii elektrycznej powoli wymuszają stosowanie napędów elektrycznych o podwyższonej sprawności [1]. Jednak nie w przypadku każdej branży zmiany te są zauważalne. W przypadku sprzętu AGD zastępowanie np. sprawdzonych silników komutatorowych bezszczotkowymi silnikami z komutacją elektroniczną napotyka na poważny problem. Jest nim istotny wzrost ceny urządzenia po zastąpieniu klasycznego rozwiązania bardziej nowoczesnym napędem. Istnieją jednak w pewnych przypadkach aplikacje, w których zastosowanie silnika bezszczotkowego może uprościć konstrukcję oraz zwiększyć funkcjonalność urządzenia. Jednym z takich sprzętów AGD jest np. robot kuchenny.

W pracy zaprezentowano wybrane wyniki badań symulacyjnych i laboratoryjnych trójfazowego silnika reluktancyjnego przełączalnego, zaprojektowanego do napędu robota kuchennego. Na bazie modelu numerycznego wyznaczono charakterystyki statyczne i ruchowe badanego silnika. Zestawiono uzyskane parametry z oryginalnym silnikiem komutatorowym stosowanym w napędzie robota kuchennego.

## 2. Model fizyczny oraz symulacyjny badanego silnika reluktancyjnego przełączalnego 6/4

### 2.1. Badany silnik

Badany trójfazowy silnik reluktancyjny przełączalny 6/4 został zaprojektowany do napędu robota kuchennego. Widok modelu fizycznego silnika pokazano na rysunku 1. Przyjęte wstępnie założenia o zastosowaniu tarcz łożyskowych silnika komutatorowego wprowadziły niesymetrię obwodu magnetycznego. Wpływ niesymetrii obwodu magnetycznego stojana analizowano w pracach [2–6].



Rys. 1. Widok modelu fizycznego badanego silnika

**Streszczenie:** W pracy zamieszczono wybrane wyniki badań symulacyjnych i laboratoryjnych trójfazowego silnika reluktancyjnego przełączalnego 6/4. Silnik został zaprojektowany do napędu sprzętu AGD (robota kuchennego). Na bazie obliczeń numerycznych wyznaczono charakterystyki statyczne silnika oraz jego przebiegi czasowe (prądów pasmowych, momentu elektromagnetycznego) w wybranych punktach pracy. W warunkach laboratoryjnych dokonano weryfikacji badań numerycznych. Zostały również wyznaczone charakterystyki mechaniczne oraz sprawności badanego silnika na bazie obliczeń numerycznych i laboratoryjnych. Wyniki badań laboratoryjnych odniesiono do klasycznego silnika komutatorowego stosowanego w tego typu napędach.

Słowa kluczowe: silnik reluktancyjny przełączalny, badania numeryczne, badania laboratoryjne, napęd AGD

### RESEARCH OF THREE-PHASE SWITCHED RELUCTANCE MOTORS 6/4

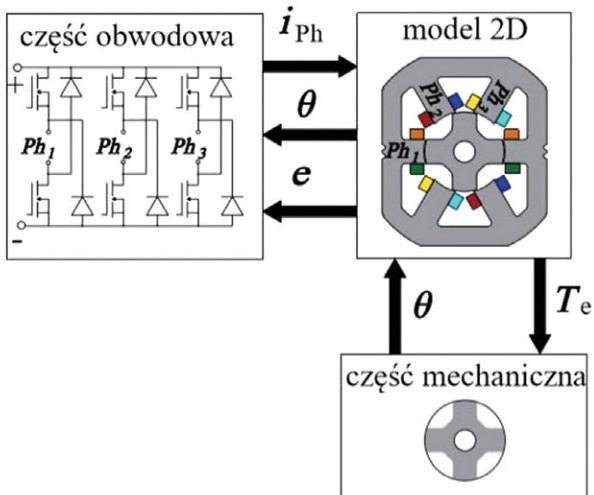
**Abstract:** In the paper selected results of simulation and laboratory tests of a 6/4 three-phase switched reluctance motor are presented. The motor is designed to drive domestic appliances (kitchen robot). On the basis of numerical calculations, the static characteristics of the motor and its waveforms (phase currents, electromagnetic torque) were determined at selected working points. In laboratory conditions, numerical calculations were verified. The torque-speed characteristics and efficiency of the motor were also determined on the basis of numerical calculations and laboratory tests. The results of laboratory tests were compared with the classical universal motor used in this type of drives.

Keywords: switched reluctance motor, numerical calculations, laboratory test, domestic appliances drive

Silnik został zaprojektowany na uzyskanie wymaganej mocy wyjściowej 335 W przy prędkości obrotowej 10000 obr./min oraz napięciu zasilającym 300 V DC.

### 2.2. Model symulacyjny

Model symulacyjny został zbudowany w środowisku programu Ansys Electronics EM [7]. Jest to model polowo-obwodowy (rys. 2).

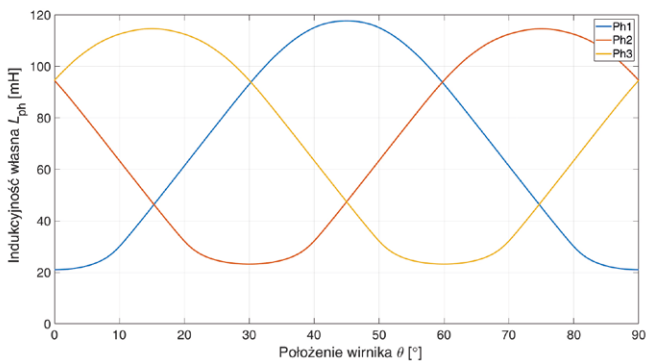


Rys. 2. Model połowo-obwodowy silnika reluktancyjnego przełączalnego 6/4

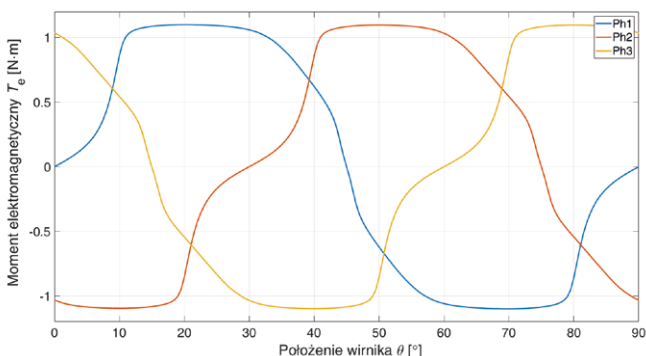
### 3. Obliczenia numeryczne

#### 3.1. Charakterystyki statyczne

Na bazie modelu numerycznego zostały wyznaczone charakterystyki indukcyjności własnej (rys. 3) oraz statyczne charakterystyki momentu elektromagnetycznego (rys. 4) w funkcji położenia wirnika  $\theta$ . Dla porównania wpływu wprowadzonej niesymetrii obwodu magnetycznego zostały pokazane wyniki obliczeń dla wszystkich pasm, tj.  $Ph_1$ ,  $Ph_2$  i  $Ph_3$ . Obliczenia przeprowadzono przy stałej wartości prądu  $I = 3$  A.



Rys. 3. Zależność indukcyjności własnej  $L_{ph}$  w funkcji położenia wirnika  $\theta$  umownych pasm  $Ph_1$ ,  $Ph_2$  oraz  $Ph_3$

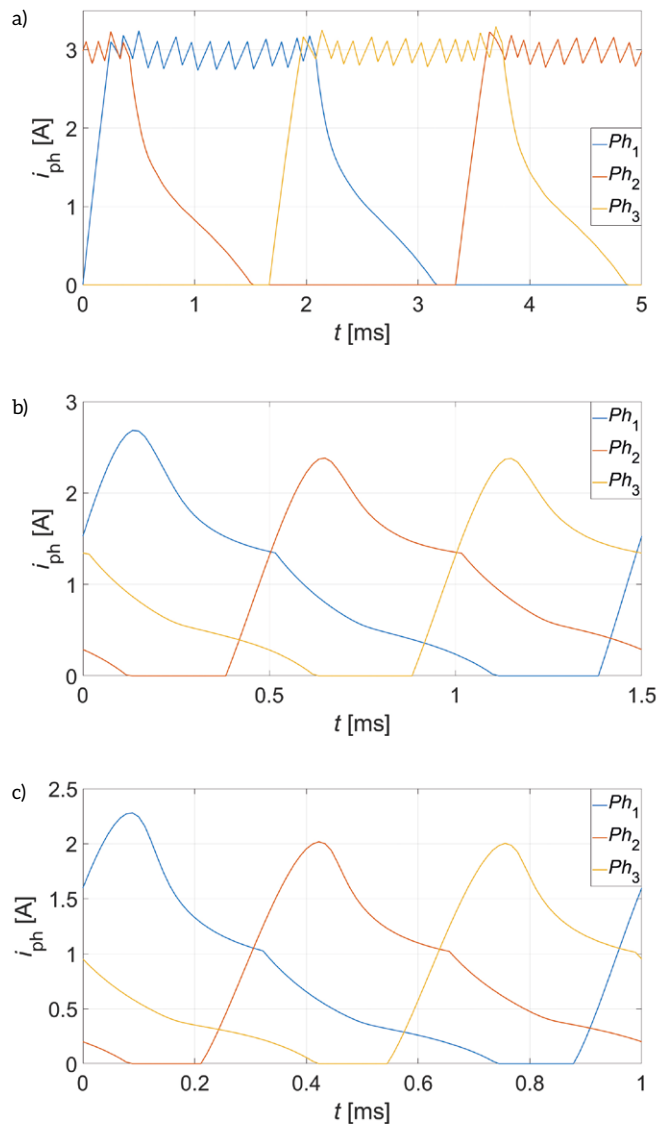


Rys. 4. Zależność statycznego momentu elektromagnetycznego  $T_e$  w funkcji położenia wirnika  $\theta$  umownych pasm  $Ph_1$ ,  $Ph_2$  oraz  $Ph_3$

Wyniki badań statycznych wskazują, że niesymetria obwodu magnetycznego w pewnym stopniu wpływa na zmianę kształtu charakterystyk statycznych. Istotna jest szczególnie różnica w wartości minimalnej indukcyjności własnej obu pasm. Znacznie mniejsze znaczenie ma różnica w wartości maksymalnej indukcyjności własnej.

#### 3.2. Przebiegi czasowe

Dla trzech charakterystycznych punktów pracy zostały wyznaczone przebiegi czasowe prądów pasmowych (rys. 5) oraz momentu elektromagnetycznego (rys. 6). W pierwszym przypadku ( $n = 3000$  obr./min) analizowano przypadek pracy ze stałym momentem. Jest to przypadek pracy, kiedy wymagane są małe tętnienia momentu elektromagnetycznego. Jest to jednocześnie minimalna prędkość silnika komutatorowego. Drugi punkt pracy wynika z danych znamionowych silnika komutatorowego. Moc znamionową określono przy prędkości 10 000 obr./min. Trzeci przypadek ( $n = 15000$  obr./min) określa



Rys. 5. Przebiegi czasowe prądów pasmowych  $i_{ph}$  przy:

a)  $n = 3000$  obr./min; b)  $n = 10000$  obr./min; c)  $n = 15000$  obr./min

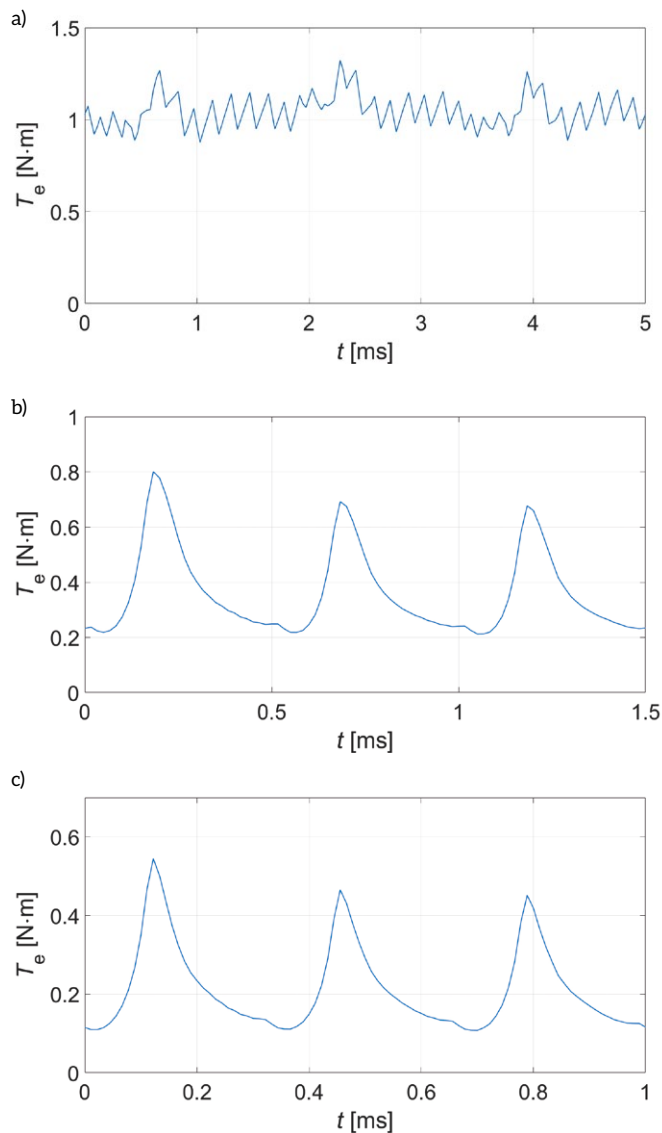
tryb pracy turbo robota. Oznacza to podniesienie prędkości obrotowej do 15 000 obr./min. Jest to jednocześnie maksymalna prędkość obrotowa silnika. Parametry sterowania dobrano według kryterium maksymalnego stosunku  $T_e/I_{phrms}$ .

Dla pracy silnika ze stałym momentem (rys. 4 a, 5 a) niesymetria obwodu magnetycznego stojana praktycznie nie wpływa na parametry wyjściowe silnika. Spowodowane jest to pracą regulatora prądu. W pozostałych analizowanych przypadkach (rys. 4 b–c, 5 b–c) wyniki badań symulacyjnych pokazują, że w umownym paśmie  $Ph1$  występuje większa amplituda prądu. Przekłada się to na wzrost tętnień momentu elektromagnetycznego.

#### 4. Badania laboratoryjne

##### 4.1. Charakterystyki statyczne

W warunkach laboratoryjnych zostały wyznaczone indukcyjności własne w funkcji położenia wirnika. Stanowisko do badań laboratoryjnych pokazano na rysunku 7 a. W przypadku



Rys. 6. Przebieg czasowy momentu elektromagnetycznego  $T_e$  dla:

- a) pracy z regulatorem prądu; b) wymaganego punktu pracy; c) maksymalnej prędkości

wyznaczania statycznych charakterystyk momentowych wykorzystywano stanowisko pokazane na rysunku 7 b.

Na rysunku 8 pokazano wyznaczone indukcyjności własne wszystkich pasm silnika dla pełnego obrotu wirnika.

Na rysunku 9 pokazano statyczne charakterystyki momentowe pasm w funkcji położenia wirnika przy  $I = 3$  A. Charakterystyki z rysunku 9 wyznaczano niezależnie (przy braku zasilania dwóch pozostałych pasm).

Różnica w statycznych charakterystykach momentowych dla jednego pełnego okresu elektrycznego jest zauważalna. Znacznie większe różnice zaobserwowano pomiędzy indukcyjnościami własnymi.

##### 4.2. Przebiegi czasowe prądów

W warunkach laboratoryjnych zostały zarejestrowane przebiegi czasowe prądów w stanie ustalonym. Przykładowe przebiegi czasowe prądów, uzyskane przy sterowaniu jednopulsowym, pokazano na rysunku 10.

Uzyskane przebiegi czasowe prądów w warunkach laboratoryjnych potwierdzają, że niesymetria obwodu magnetycznego wpływa na ich kształt. Potwierdzają one jednocześnie wyniki badań numerycznych.

##### 4.3. Charakterystyki mechaniczne

Zostały wyznaczone charakterystyki mechaniczne (rys. 11) oraz sprawności (rys. 12) badanego silnika. Dodatkowo

reklama



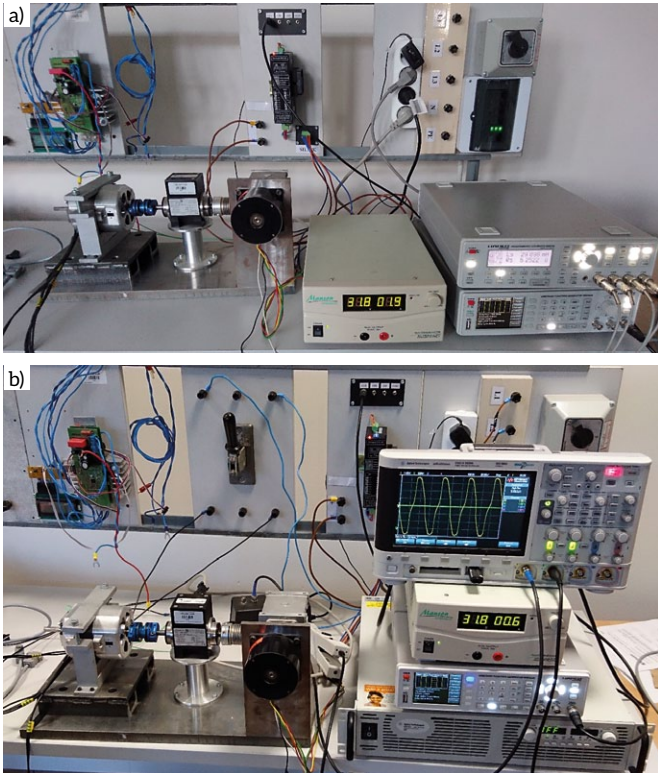
**zaczynij  
oszczędzać  
na  
eksploatacji**

bezabsorbujące okładziny hamulcowe stosowane we wciągarkach ABUS umożliwiają około **milion hamowań** z pełnym obciążeniem, bez konieczności ich wymiany

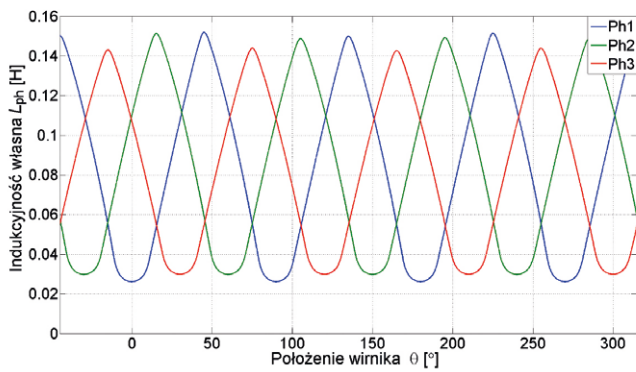


ABUS Crane Systems Polska Sp. z o.o.  
ul. Gaudiego 20  
44-109 Gliwice  
tel: (+48) 32 334 70 00

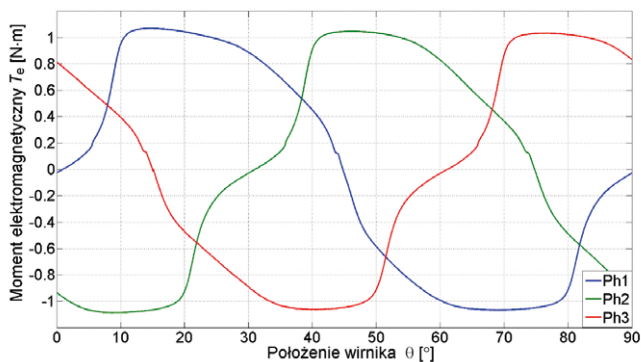
**ABUS**  
www.abuscranes.pl



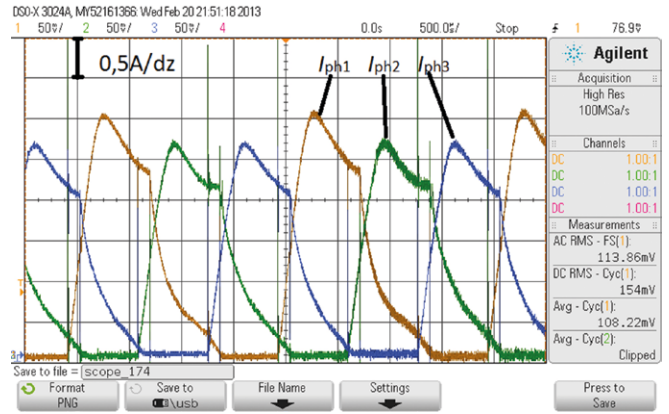
**Rys. 7.** Stanowisko do wyznaczania charakterystyk statycznych  
a) indukcyjności własnej; b) statycznego momentu elektromagnetycznego



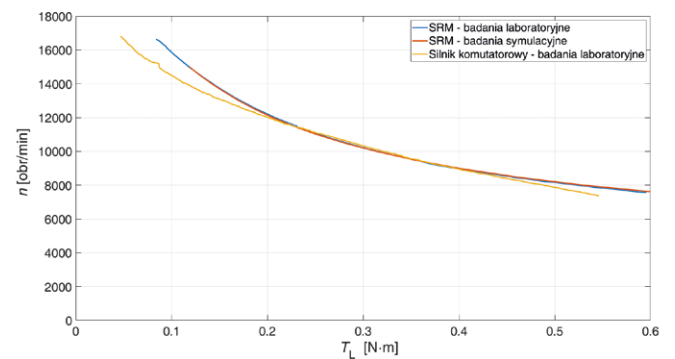
**Rys. 8.** Zależność indukcyjności własnych pasm w funkcji położenia wirnika



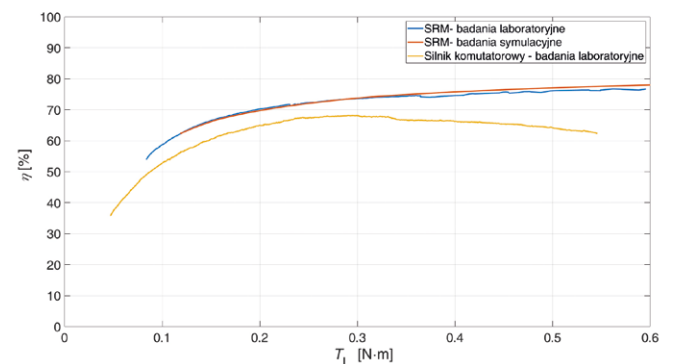
**Rys. 9.** Zależność statycznego momentu elektromagnetycznego w funkcji położenia wirnika przy  $I = var$



**Rys. 10.** Przykładowe przebiegi czasowe prądów pasmowych



**Rys. 11.** Charakterystyki mechaniczne badanych silników



**Rys. 12.** Sprawność badanych silników

zamieszczono wyniki badań silnika komutatorowego stosowanego w napędzie robota kuchennego.

W przypadku silnika reluktancyjnego przełączalnego uzyskano znacznie większą sprawność ogólną układu napędowego (około 10% w wymaganym punkcie pracy). Przy obciążeniu przekraczającym 0,3 Nm sprawność silnika komutatorowego, z uwagi na spadek intensywności chłodzenia, ulega istotnemu zmniejszeniu. W przypadku silnika reluktancyjnego przełączalnego tej tendencji nie stwierdzono.

## 5. Wnioski


Zaproponowane rozwiązanie do robota kuchennego, oparte o trójfazowy silnik reluktancyjny przełączalny 6/4, spełnia wymagania stawiane temu napędowi. Charakteryzuje się ono większą sprawnością układu napędowego. Szeroki zakres regulacji prędkości obrotowej oraz możliwość pracy ze stałym momentem umożliwiają uproszczenie układu przeniesienia napędu. W trybie pracy stałomomentowej możliwe jest zmniejszenie prędkości obrotowej do kilkudziesięciu obrotów na minutę. Nie jest to możliwe w przypadku silnika komutatorowego z uwagi na tętnienia momentu elektromagnetycznego. Zastosowanie silnika reluktancyjnego przełączalnego jednak istotnie podwyższa koszt wykonania takiego układu napędowego.

Niesymetria obwodu magnetycznego stojana badanej konstrukcji wpływa na kształt prądów pasmowych, a w konsekwencji na wzrost tętnień momentu elektromagnetycznego.

## Literatura

- [1] SZCZĘSNY D., DRABIK G.: *Silniki wysokosprawne z klatką miedzianą*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 78/2007.
- [2] BOGUSZ P., KORKOSZ M., PROKOP J.: *Analiza wpływu grubości szczeliny powietrznej na charakterystyki statyczne silnika reluktancyjnego przełączalnego*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 82/2009.
- [3] BOGUSZ P., KORKOSZ M., PROKOP J.: *Analiza konstrukcji trójfazowej silnika reluktancyjnego przełączalnego 6/4 o niesymetrycznym obwodzie stojana – wyznaczenie charakterystyk statycznych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 100/2013.
- [4] SHETH N., RAJAGOPAL K.: *Torque profiles of a switched reluctance motor having special pole face shapes and asymmetric stator poles*. „IEEE Transactions on Magnetics”, vol. 40, July 2004.
- [5] BOGUSZ P., KORKOSZ M., PROKOP J.: *Badania drgań napędu z silnikiem reluktancyjnym przełączalnym z zastosowaniem analizy modalnej*. „Przegląd Elektrotechniczny” 9(86)/2010.
- [6] VUJICIC V., VUKOSAVIC S., JOVANOVIC M.: *Asymmetrical switched reluctance motor for a wide constant power range*. „IEEE Transactions on Energy Conversion”, vol. 21, March 2006.
- [7] Ansys Documentation, ANSYS, Inc.

Artykuł był publikowany w czasopiśmie „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2(122)/2019.

 mgr inż. Grzegorz Podskarbi, e-mail: g.podskarbi@prz.edu.pl  
dr hab. inż. Mariusz Korkosz, e-mail: mkosz@prz.edu.pl  
Politechnika Rzeszowska  
Wydział Elektrotechniki i Informatyki

artykuł recenzowany

reklama

# Wybierz swoją prenumeratę na [www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)



**Prenumerata drukowana**



**Prenumerata elektroniczna**



**Pakiet**

# Metody zabezpieczania turbin wodnych od rozbiegu

Henryk Minkiewicz, Dariusz Pastwa

## Wprowadzenie

Do rozbiegu hydrozespołu, czyli do zwiększenia prędkości obrotowej wirnika, może dojść w sytuacji, gdy od pracującego z określoną mocą turbozespołu odłączymy całe obciążenie generatora i jednocześnie dojdzie do awarii aparatu kierowniczego lub układu regulacji turbiny. Wielkość wzrostu prędkości obrotowej w stosunku do prędkości obrotowej znamionowej zależy od typu turbiny, jej szybkobieżności, aktualnej wartości spadku oraz kąta otwarcia elementów regulacyjnych, decydujących o przepływie wody przez turbinę.

W konsekwencji rozbiegu może dojść do:

- drgań hydrozespołu oraz bardzo silnej kawitacji;
- wzrostu temperatury łożysk hydrozespołu;
- wzrostu obciążeń łopatek wirnika;
- awarii wirnika generatora w wyniku działania sił odśrodkowych.

Elektrownie wodne wyposażone są w urządzenia, które mają za zadanie nie dopuścić do nadmiernego przekroczenia obrotów znamionowych przez hydrozespół oraz zapewnić bezpieczeństwo budowli hydrotechnicznych.


W celu niedopuszczenia do wystąpienia rozbiegu hydrozespołu już na etapie prac projektowych podejmowane są odpowiednie działania w zakresie budowy układu przepływowego turbiny oraz jego układu regulacji.

Na wlocie do turbin, niezależnie od aparatu kierowniczego, instalowane są szybko działające urządzenia zamykające przepływ wody (zawory motylowe, zawory kulowe, zasowy) napędzane ciężarowo, wykorzystujące ciśnienie oleju lub przy dużych spadach ciśnienie słupa wody.



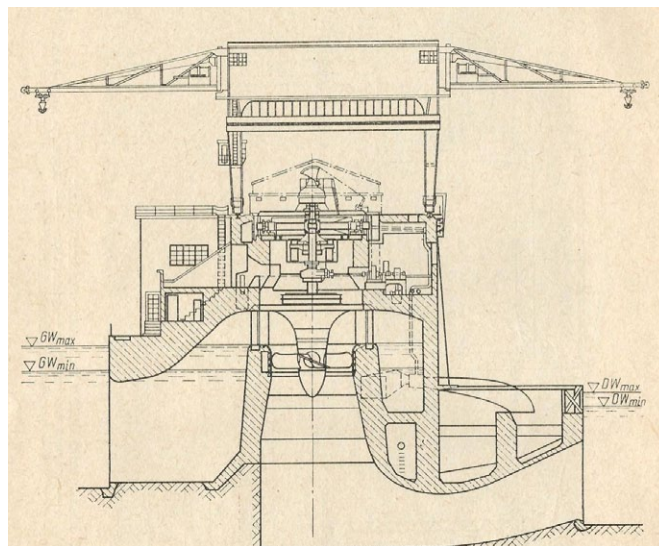
Rys. 1. Zawór kulowy BLV-3P-M produkcji TB Hydro Sp. z o.o.

**Streszczenie:** W artykule opisano przyczyny i skutki wystąpienia rozbiegu w turbinach wodnych. Przedstawiono metody zabezpieczenia hydrozespołu przed wystąpieniem awaryjnego wzrostu prędkości obrotowej. Opisano instalowane w elektrowniach urządzenia umożliwiające bezpieczne zatrzymanie hydrozespołu po awaryjnym odciążeniu generatora.

 **Abstract:** The article describes the causes and effects of overspeeding in water turbines. The methods of protecting the hydrogenerator against the uncontrollable increase in rotational speed were presented. Authors described devices installed in power plants enabling safe stopping of a hydrogenerator after emergency power dump.

Nietypowe rozwiązanie stosuje się w turbinach lewarowych. Doprowadzając powietrze do kanału syfonowego, można uzyskać odcięcie dopływu wody do turbiny i ograniczyć rozbieg hydrozespołu.

Sposobem na ograniczenie możliwości rozbiegu hydrozespołu w turbinach Kaplana jest przystosowanie serwomotoru łopatek wirnika do jego awaryjnego zamykania. Stosując niezależne akumulatory lub pompę napędzaną z wału turbiny do napędu siłownika wirnika, można zabezpieczyć się

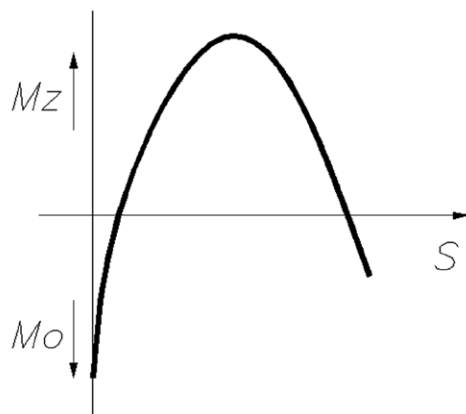


Rys. 2. Elektrownia wodna z turbiną w układzie lewarowym





Rys. 3. EW Dębe. Zasilacz olejowy przystosowany do niezależnego zasilania aparatu kierowniczego i wirnika turbiny

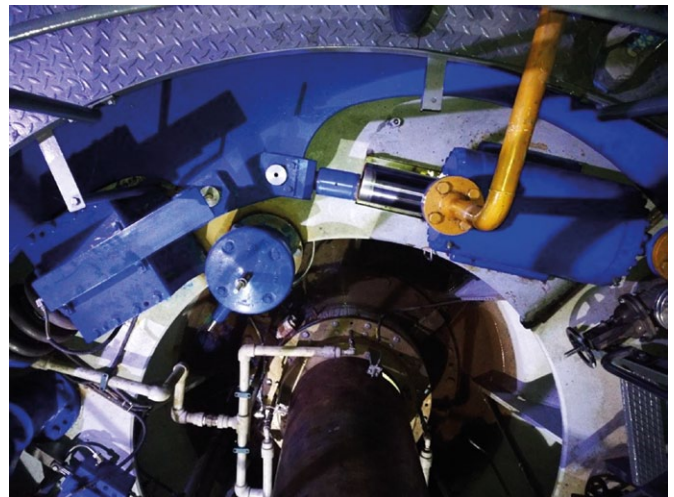


Rys. 4. Wykres momentów hydraulicznych działających na łopatkę kierowniczą:  $M_z$  – moment zamykający;  $M_o$  – moment otwierający;  $S$  – skok serwomotoru

w sytuacji, kiedy w wyniku awarii nie można wykorzystać aparatu kierowniczego.

Stosowane są również układy z łopatkami kierowniczymi samoczynnie zamykającymi się pod wpływem sprężyn działających na aparat kierowniczy lub naporu wody na odpowiednio zaprojektowany profil łopatki.

Łopatki w aparacie kierowniczym są przeważnie tak zaprojektowane, aby zachowana była tendencja do zamykania pod wpływem przepływającej wody w prawie całym zakresie skoku siłowników hydraulicznych. Najwyższy moment na pierścieniu regulacyjnym potrzebny jest w końcowej fazie domknięcia aparatu kierowniczego. W przypadku zaniku zasilania siłowników domknięcie aparatu kierowniczego można osiągnąć za pomocą sprężyn dociskowych lub podwieszonego przeciwcieżaru. Wymaga to jednak rozbudowy olejowego układu ciśnieniowego ze względu na wzrost sił regulacyjnych.



Rys. 5. Pierścień regulacyjny turbiny Kaplana z siłownikiem hydraulicznym i zespołem sprężyn domykających aparat kierowniczy

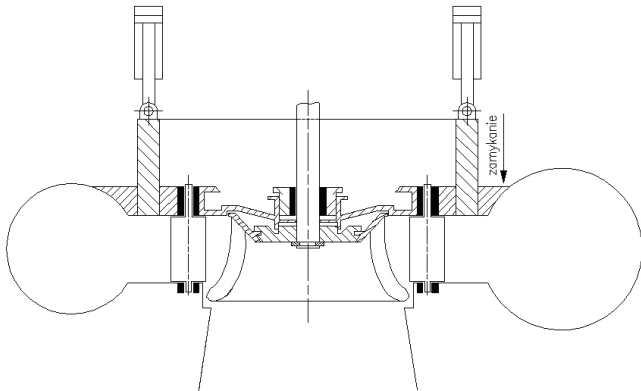


Rys. 6. Aparat kierowniczy rurowej turbiny Kaplana domykany za pomocą przeciwcieżaru

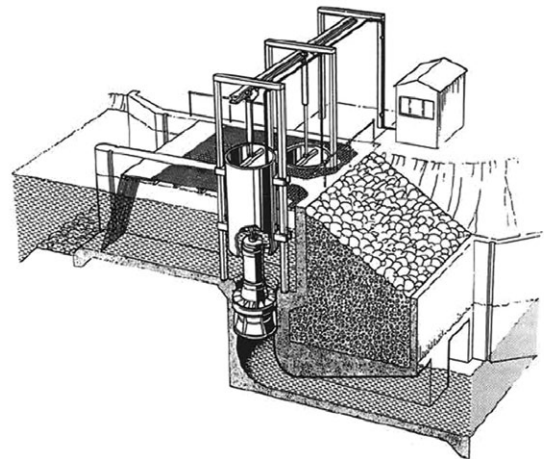
W dużych hydrozespołach stosowane są zamknięcia dopływu wody do aparatu kierowniczego za pomocą pierścienia zawieszzonego centrycznie nad aparatem kierowniczym. Opadnięcie pierścienia odcina dopływ wody na łopatki aparatu kierowniczego, powodując szybkie zatrzymanie hydrozespołu.

Podobne rozwiązanie zastosowano w turbinie Flygt. Jako zamknięcia ruchowe i awaryjne zastosowano zamknięcie cylindryczne zawieszane na podnośniku hydraulicznym, opuszczane ciężarowo.

Podstawowym urządzeniem zabezpieczającym hydrozespół przed rozbiegiem jest dla większości typów turbin aparat kierowniczy. Jego niezawodne działanie wymaga zastosowania



**Rys. 7.** Schemat turbiny wyposażonej w pierścieniowe zamknięcie dopływu wody



**Rys. 9.** Elektrownia wodna z turbiną Flygt w otwartej komorze dopływowej



**Rys. 8.** Pierścień odcinający dopływ wody do aparatu kierowniczego pompo-turbiny w elektrowni szczytowo-pompowej (przed montażem)



**Rys. 10.** Elektrohydrauliczny układ sterowania turbiną Kaplana w EW Dąbie wykonany przez Instytut Energetyki Oddział Gdańsk

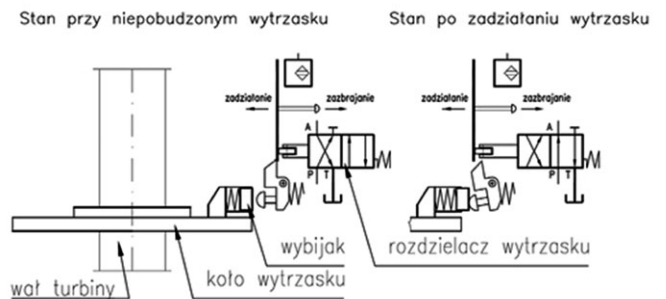
odpowiedniego, niezawodnego napędu oraz niezawodnie działającego układu regulacji.

W Instytucie Energetyki Oddział Gdańsk opracowano układy regulacji umożliwiające w stanach awaryjnych pewne i szybkie zamknięcie aparatu kierowniczego. Aby to osiągnąć, opracowano elektrohydrauliczne układy regulacji z oddzielnym torem awaryjnego zamknięcia aparatu kierowniczego, kierującego olej do siłowników w kierunku na zamykanie. Jednocześnie w stanach awaryjnych przepływ oleju przez główny proporcjonalny zawór sterujący jest możliwy tylko w kierunku na zamykanie.

W projektowanych układach wymuszone położenie elementów sterujących w stanach beznapięciowych powoduje szybkie zamykanie łopatek aparatu kierowniczego i wirnika. Pewne działanie układu wymaga zastosowania elementów sterujących dobieranych pod kątem odporności na zjawisko obliteracji.

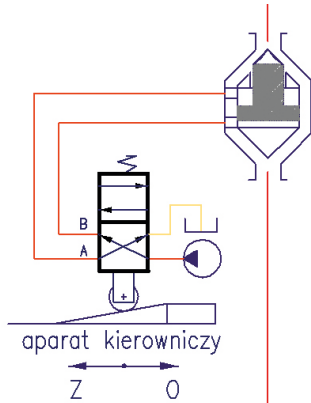
Zabezpieczenie od rozbiegu hydrozespołu po jego awaryjnym odciążeniu inicjowane jest poprzez elektryczny i mechaniczny wytrząsk od nadobrotów.

Projektując urządzenia szybko zamykające przepływ wody przez turbinę, należy wziąć pod uwagę możliwość wystąpienia uderzenia hydraulicznego. Szczególnie w przewodach ciśnieniowych doprowadzających wodę do turbiny występujący

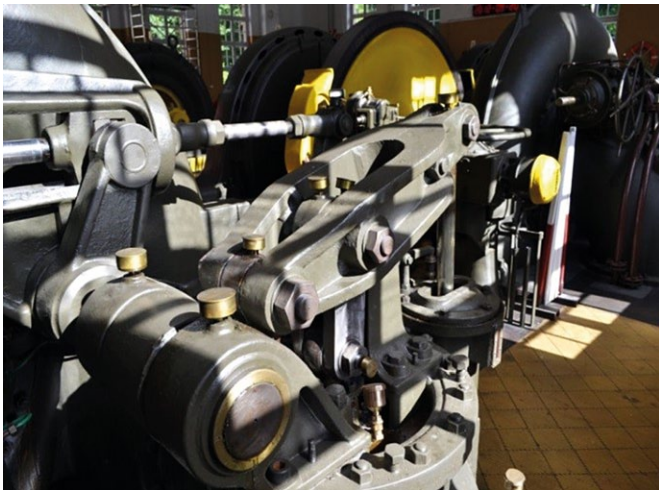


**Rys. 11.** Schemat ideowy wytrząsku mechanicznego

wzrost ciśnienia jest bardzo niebezpieczny dla komory wlotowej turbiny oraz dla rurociągu i wpływa niekorzystnie na proces regulacji.



Rys. 12. Schemat układu dławiący przepływ oleju do siłowników aparatu kierowniczego



Rys. 13. Zawór odciążający zabudowany na korpusie turbiny Franciszki

W tej sytuacji należy zastosować układy dławiące wymuszające różne prędkości zamykania aparatu kierowniczego w zależności od kąta jego otwarcia. Ponadto należy instalować zawory napowietrzające, chroniące rurociąg przed burzliwym wpływem wody z turbiny.

Bardzo interesującym rozwiązaniem jest zastosowanie urządzeń, które w trakcie szybkiego zamykania aparatu kierowniczego przekierowują strumień wody do rurociągu połączonego z dolną wodą.

Już w 1906 roku wykonano w EW Gałęźnia Mała mechaniczny układ, który w trakcie awaryjnego zatrzymywania hydrozespołu przekierowuje strumień wody z głównego toru przepływowego do rurociągu połączonego z dolną wodą. Wielkość strumienia upuszczanego zależy od kąta otwarcia aparatu kierowniczego, przy którym nastąpiło awaryjne odstawienie, oraz od szybkości jego przestawiania.

### Podsumowanie

Działania prowadzące do zabezpieczenia hydrozespołu przed rozbiegiem są bardzo ważne ze względu na bezpieczeństwo pracy całej elektrowni.

W tym celu w układach przepływowych stosowane są urządzenia odcinające przepływ wody na wirnik turbiny podczas awaryjnego wzrostu prędkości obrotowej.

Równie ważne jest uwzględnienie w układach regulacji urządzeń gwarantujących niezawodne zamknięcie aparatu kierowniczego w sytuacji wystąpienia awarii mogącej doprowadzić do rozbiegu hydrozespołu.

### Literatura

- [1] SOBOLEWSKI T.: *Pierwsze zatapialne turbozespoły FLYGT w Polsce*. „IMPELLER. Magazyn informacyjny” 1/1992.
- [2] JACKOWSKI K.: *Elektrownie wodne. Turbozespoły i wyposażenie*. WNT, Warszawa 1971.
- [3] DOWNAR D.: *Zabezpieczenia hydromechaniczne w układach regulacji turbin zapewniające bezpieczną eksploatację elektrowni wodnej*. „Energetyka” 12/2014.

mgr inż. Henryk Minkiewicz  
mgr inż. Dariusz Pastwa  
Instytut Energetyki Oddział Gdańsk

reklama

Przemysłowa wiosna  
w Targach Kielce

Targi Kielce  
exhibition & congress centre

**FLUID POWER**  
XIII Targi Pneumatyki, Hydrauliki, Napędów i Sterowań

**31 III - 02 IV 2020**  
Kielce

www.targikielce.pl  
www.control-stom.targikielce.pl

# Wpływ struktury mikrowypełniaczy krzemionkowych i ich synergicznych mieszanin na właściwości elektryczne i mechaniczne kompozytów epoksydowych

Henryk Brzeziński, Lech Górecki, Agnieszka Halama, Ewa Kolańska, Joanna Warycha

## 1. Wstęp

Żywice epoksydowe są często stosowane jako materiał na wyroby elektrotechniczne, szczególnie na elementy konstrukcyjno-izolacyjne wyłączników wysokiego napięcia czy izolatory średnich i wysokich napięć, a także zalewy i syciwa. Wszystkie te wyroby narażone są na długotrwałe działanie prądu elektrycznego, a także sił gnących, rozciągających i uderowych oraz naprężenia mechaniczne [1–3]. Aby podnieść walory użytkowe i wytrzymałość elementów, stosuje się tworzywa wzmocniane. W takich kompozytach matrycę stanowi żywica epoksydowa, a jako wzmocnienie tradycyjnie stosuje się wypełniacze o mikronowym ziarnie. Parametry mikro- i makrokompozytów zależą w głównej mierze od właściwości matrycy i wypełniacza [4–6]. W celu dodatkowego obniżenia wewnętrznych naprężeń mechanicznych na granicy wypełniacz – matryca, można zmodyfikować klasyczne lane kompozycje epoksydowe plastyfikatorami lub modyfikować chemicznie powierzchnię minerału, by zwiększyć jego kompatybilność z żywicą [2]. W przypadku kompozycji epoksydowych najczęściej stosowanym mikrowypełniaczem jest mączka kwarcowa, przy czym jej amorficzne ziarno może być wprowadzane w postaci surowej bądź po organofilizacji, czyli powierzchniowej modyfikacji kompatybilizatorem silanowym.

Kompozyty na bazie żywic epoksydowych rozwinęły się szeroko w dziedzinie materiałów elektroizolacyjnych. Ciągłe jednak poszukuje się nowych rozwiązań materiałowych i technologicznych podnoszących wytrzymałość i walory

**Streszczenie:** Wyroby epoksydowe, stosowane w elektrotechnice jako elementy izolacyjne, powinny charakteryzować się wysoką wytrzymałością elektryczną i mechaniczną. Kompozycja epoksydowa po utwardzeniu nie spełnia takich wymagań. Dlatego też materiały te wypełnia się dodatkami mineralnymi, wśród których najpopularniejsze są te bazowane na tlenku krzemu.

W artykule porównano wpływ trzech mikrowypełniaczy (mączka kwarcowa, mączka bazaltowa, chelcedonit) w kompozytach z matrycą dianową na właściwości

mechaniczne (wytrzymałość na zginanie) oraz elektryczne (wytrzymałość na przebicie). Wszystkie kompozyty otrzymywano z zastosowaniem takiej samej technologii, wprowadzając 60% wag. dodatków mineralnych w postaci czystej lub równowagowej mieszaniny dwóch różnych minerałów. Dodatkowo zbadano właściwości termiczne i morfologiczne zastosowanych wypełniaczy z użyciem metod analizy termicznej i mikroskopii skaningowej.

Słowa kluczowe: kompozyty epoksydowe, mączka kwarcowa, mączka bazaltowa, chalcedonit

## THE INFLUENCE OF MICRONSIZED FILLERS BASED ON SILICA AND ITS SINERGIC MIXTURES ON ELECTRICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF EPOXY COMPOSITES

**Abstract:** Epoxy – based products applied in electrotechnical engineering as insulating elements, should be highly mechanical and electrical resistant. Neat, cured epoxy resin, however, does not reach sufficient parameters. Thus, these materials are being reinforced by addition of mineral fillers, where the most popular are based on silicon dioxide.

In the article, the influence of three micronsized fillers (silica flour, basalt flour, chalcedonite) with the epoxy matrix were

compared. All composites were prepared according to the same technology. The fillers were added in the pristine form in the amount of 60%wt, as well as mixed and incorporated in the summary amount equal 60%wt. As a basis of comparison, the values of mechanical and electrical resistance were taken. Additionally, morphological (SEM) and thermal analysis of the fillers were done.

Keywords: epoxy composites, silica flour, basalt flour, chalcedonite

użytkowe gotowych wyrobów lub obniżających koszty produkcji. W artykule porównano strukturę trzech wypełniaczy kwarcowych o bardzo zbliżonym składzie chemicznym oraz ich wpływ

na parametry kompozycji epoksydowej. Wykonano również próby łączenia dwóch wybranych minerałów w matrycy epoksydowej, by sprawdzić ich synergiczne oddziaływanie.



chemiczny skał bazaltowych przedstawia się następująco: SiO<sub>2</sub> – 52,8%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 17,5%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 10,3%, CaO – 8,59%, MgO – 4,64%, Na<sub>2</sub>O – 3,34% oraz K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [10].

Poza składem mineralnym (tlenkowym) wypełniacze mogą różnić się pod względem zawartości części lotnych, tj. wilgoci, rozpuszczalników zanieczyszczeń, które mogłyby ulegać przemianom w temperaturze użytkowania i obniżać jakość wyrobów. Tę właściwość zweryfikowano na podstawie wyników analizy termicznej wykonanej w aparacie TGA Star1 METTLER TOLEDO. Zbiorcze termogramy przedstawiono na rys. 1.

Wynika z nich, że wszystkie trzy materiały są stabilne w temperaturze do 500°C, daleko przekraczającej zakres stosowania wyrobów epoksydowych, a zatem bezpieczne jako wypełniacze. Jedyny widoczny ubytek masy (krzywa TG) w ilości poniżej 1% wag. zachodzi w mączce bazaltowej w temperaturze do 150°C, co oznacza odparowanie wilgoci z powierzchni ziarna higroskopijnego. Cechę tę można wyeliminować, podając materiał dokładnemu suszeniu przed wprowadzeniem w masę żywicy. Brak dodatkowych procesów potwierdza łagodny przebieg krzywej efektów cieplnych (DSC).

Ze względu na kształt charakterystyk temperaturowych na rys. 1 i brak przemian chemicznych w kompozytach zależnych od oddziaływania żywicy z wypełniaczem, nie rejestrowano

termogramów dla kompozycji z dodatkiem mieszanek wypełniaczy.

Jednorodność, wytrzymałość mechaniczna i właściwości elektryczne kompozytu są silnie zależne od geometrii ziaren zastosowanego wypełniacza. Dodatki mineralne pochodzące z różnych złóż, pomimo zbliżonego składu chemicznego, mogą różnić się pod względem rozmiaru i kształtu ziarna czy gładkości powierzchni. Różnice w przestrzennej budowie minerałów pokazano na mikrofotografiach SEM wykonanych w powiększeniu 20 kx w aparacie Vega II SBH. Zdjęcia zamieszczono na rys. 2. Ziarno mączki bazaltowej charakteryzuje się największą różnorodnością geometryczną, na zdjęciu widoczne są ziarna podłużne oraz brylaste nieregularne o znaczącej ostrości krawędzi i dużym rozrzucie rozmiaru. Struktura ziarna chalcedonitu jest wyraźnie odmienna. Mineral ten jest zdecydowanie bardziej jednorodny pod względem rozmiarów, krawędzie ziaren są łagodne, a kształty bardziej sferyczne. Mączka kwarcowa, mineral najbardziej komercyjny spośród badanych, prezentuje strukturę mikroskopową pośrednią pomiędzy mączką bazaltową a chalcedonitem. Ziarno o dość jednorodnym rozmiarze odznacza się pewną ostrością i łupliwością krawędzi.

### 3.2. Charakterystyka kompozytów

W pierwszej kolejności określono wpływ wypełniaczy w czystej postaci

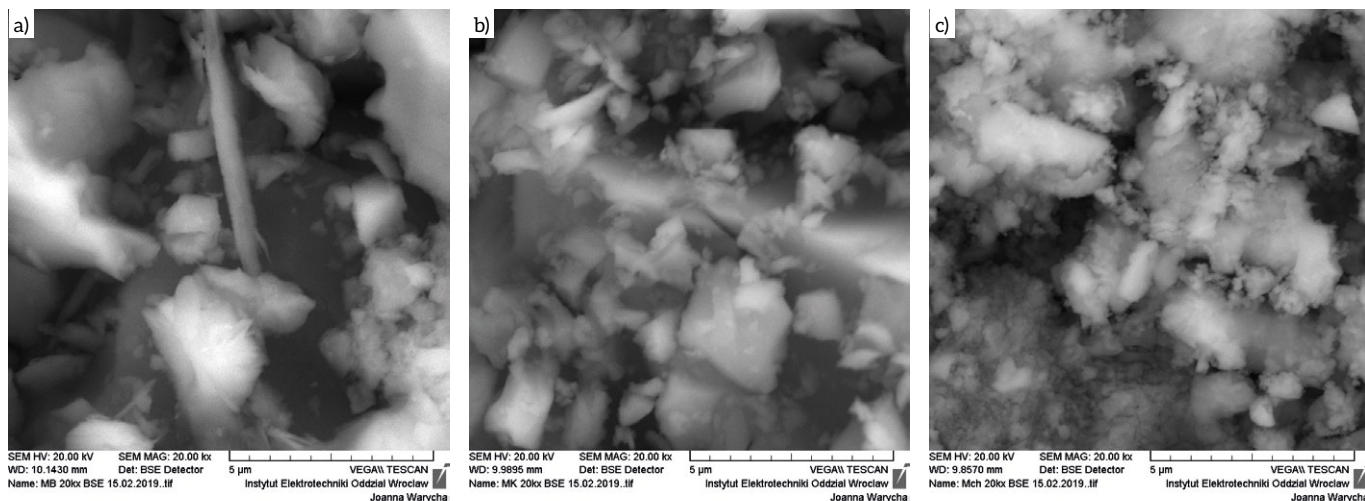
na właściwości kompozytów Mch60, Mb60 i Mk60, a następnie przeanalizowano ich synergiczne oddziaływanie w materiałach Mk30Mb30, Mk30Mch30 i Mb30Mch30. Jako główne parametry porównania przyjęto wytrzymałość mechaniczną i elektryczną. Badania wykonano w temperaturze otoczenia (23±2)°C, wilgotności względnej (26±3)% i ciśnieniu atmosferycznym 1000±3 hPa.

Próbę wytrzymałości mechanicznej przy zginaniu wykonano na stanowisku do badań wytrzymałościowych Instron 55R60253832, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 178:2011 [11].

Badanie doraźnej wytrzymałości elektrycznej wykonano na stanowisku do badania napięciem przemiennym o częstotliwości sieciowej w oleju, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 60243-1:2013-12 [12]. Wyniki badań zestawiono w tabeli poniżej.

### 4. Podsumowanie i wnioski

W ramach niniejszej pracy wykonano kompozyty epoksydowe wypełnione 60% wag. mikrowypełniaczy krzemianowych: mączką kwarcową, mączką bazaltową i chalcedonitem oraz ich mieszaninami. Wyniki badań wytrzymałości elektrycznej i mechanicznej jednoznacznie wskazują, że chalcedonit to wypełniacz perspektywiczny i z powodzeniem mógłby zastąpić mączkę kwarcową we wzmocnionych wyrobach izolacyjnych. Mączka bazaltowa natomiast zarówno



Rys. 2. Mikrofotografie SEM 20 kx badanych minerałów: a) mączka bazaltowa MB; b) mączka kwarcowa MK; c) chalcedonit MCh

Tabela 1. Wyniki badań wytrzymałości mechanicznej i elektrycznej wykonanych kompozytów

Nazwa	Wytrzymałość mechaniczna przy zginaniu [MPa]	Strzałka ugięcia [mm]	Doraźna wytrzymałość elektryczna [kV/mm]
Mk60	119	2,03	17,0
Mch60	124	2,02	17,7
Mb60	92	1,68	16,6
Mk30Mb30	108	1,77	16,3
Mk30Mch30	131	1,88	20,5
Mb30Mch30	105	1,93	20,3

technologicznie, jak i pod względem parametrów kompozytu nie może konkurować z właściwościami mączki kwarcowej. Dzieje się tak ze względu na różnice w budowie minerałów. Skały bazaltowe cechuje dużo wyższa różnorodność mineralna niż mączki kwarcowej czy chalcedonitu, zwłaszcza wysoka zawartość tlenu żelaza. Mączka bazaltowa odznacza się też pewną higroskopijnością, co może skutkować wprowadzeniem wilgoci w masę kompozycji żywicznej. Różnorodność geometrii poszczególnych minerałów, zwłaszcza charakter powierzchni wypełniaczy, przekłada się też na sposób łączenia z matrycą żywiczną i co za tym idzie – parametry całego kompozytu. Kompozyty o wypełnianiu mieszanym charakteryzują się odmiennymi właściwościami od tych zawierających pojedynczy wypełniacz. Materiały z udziałem 30% wag. mączki bazaltowej każdorazowo prezentują wartość wytrzymałości mechanicznej pomiędzy wartościami charakterystycznymi dla kompozytów zawierających pojedyncze wypełniacze. Oznacza to, że pod względem tego parametru, kompozyty można uszeregować następująco:

- Mk60 > Mk30Mb30 > Mb60;
- Mch60 > Mk30Mch30 > Mb60.

Dodatek chalcedonitu w kompozytach z mieszanymi wypełniaczami znacząco podwyższa wytrzymałość elektryczną w porównaniu z materiałami

zawierającymi pojedynczy minerał lub mieszanek bez udziału chalcedonitu.

Materiał, który odznacza się najlepszymi właściwościami elektrycznymi i mechanicznymi, a także technologicznymi, to kompozyt z wypełniaczem mieszanym – Mb30Mch30. Na przykładzie tego materiału zdecydowanie widać synergiczne oddziaływanie minerałów o różnej budowie przestrzennej – amorficznej mączki kwarcowej i skrytokrystalicznego chalcedonitu. Oprócz wzmocnienia mechanicznego i elektrycznego zaobserwowano tu zmniejszoną sedymentację mączki kwarcowej.


Chalcedonit zatem może być substytutem, ale też i uzupełnieniem synergicznym tradycyjnej mączki kwarcowej.

#### Literatura

- [1] PENCZEK P.: *Chemia i technologia żywic epoksydowych*. WNT, Warszawa 2002.
- [2] GRUIN I.: *Materiały polimerowe*. PWN, Warszawa 2003.
- [3] FOTHERGILL J.J.C., DISSAADO L.A., NELSON J.K.: *Nanocomposite Materials for Dielectric Structures*. Conference on Electrical Ins. and Dielectric Phenomena, Jan. 2002.
- [4] NELSON J.K., HU Y.: *Nanocomposite Dielectrics – Properties and Implications*. J.Phys.D: Appl. Phys. 38 (2005).
- [5] ROY M., NELSON J.K., MACCRONE R.K., SCHANDLER L.S.: *Polymer Nanocomposite Dielectrics-The Role of the Interface*.

IEEE Trans. on Dielect. and El. Insulation, Vol. 12, Aug 2005.

- [6] NELSON J.K., HU Y.: *The Impact of Nanocomposite Formulations on Electrical Voltage Endurance*. Proceedings of the IEEE International Conference on Solid Dielectrics, 5–9 July 2004.
- [7] NELSON J.K., FOTHERGILL J.J.C.: *Internal Charge Behavior of Nanocomposites*. „Nanotechnology” 15/2004.
- [8] Karta Techniczna Mk1-s, Mag Kwarc 2007.
- [9] Karta Techniczna Crusil M20, Crusil, 2018.
- [10] <http://obrmelchior.eu/skala-bazaltowa/>.
- [11] PN-EN ISO 178:2011 Tworzywa sztuczne – Oznaczanie właściwości przy zginaniu.
- [12] PN-EN 60243-1:2013-12 Wytrzymałość elektryczna materiałów elektroizolacyjnych – Metody badań – Część 1: Badania przy częstotliwości sieciowej.

 Henryk Brzeziński, Lech Górecki, Agnieszka Halama, Ewa Kolasińska, Joanna Warycha; Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Elektrotechniki Oddział Technologii i Materiałoznawstwa Elektrotechnicznego we Wrocławiu; e-mail: e.kolasinska@iel.wroc.pl e-mail: h.brzezinski@iel.wroc.pl

reklama



Najnowsze informacje ze świata robotyki  
katalog branżowy | aplikacje robotów | targi



# Zrobotyzowane procesy spawania łukowego

Procesy spawania i zgrzewania należą do najczęściej robotyzowanych aplikacji. Ma to swoje uzasadnienie z uwagi na ich powszechne występowanie w przemyśle samochodowym, charakteryzującym się najwyższym poziomem robotyzacji. Z raportu Międzynarodowej Federacji Robotyki (ang. IFR – *International Federation of Robot*) z 2016 r. jasno wynika, że trend wzrostu liczby robotów na całym świecie jest stały i wynosi obecnie ok. 15% rocznie. I choć w 2015 r. sprzedaż robotów w branży samochodowej zwiększyła się tylko o 4%, to osiągnęła ona astronomiczną liczbę ponad 97 000 jednostek (rys. 1).

## Zrobotyzowane procesy spawania łukowego

Spawanie jest procesem trwałego spajania dwóch lub większej liczby elementów składowych przez miejscowe doprowadzenie do nich energii cieplnej, powodującej ich lokalne stopienie, a następnie zakrzepnięcie, dzięki czemu powstaje spoina będąca zasadniczą częścią połączenia. Metody spawania można sklasyfikować według metod wytwarzania ciepła. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest energia elektryczna, szczególnie przy spawaniu łukowym. Spawanie gazowe, ze względu na małą gęstość mocy oraz dość niską temperaturę płomienia, ma ograniczone zastosowanie, natomiast ciągle rozwijane są metody wysokoenergetyczne i o dużej gęstości mocy (spawanie laserowe, plazmowe i elektronowe – rys. 2).

W procesie spawania połączenia są spajane nierozłącznie i aby dokonać rozdzielenia spojonych elementów, trzeba zniszczyć element łączący spoinę. W porównaniu z połączeniami, w których poszczególne elementy zostały powiązane za pomocą łączników, złącza spajane charakteryzują się m.in.:

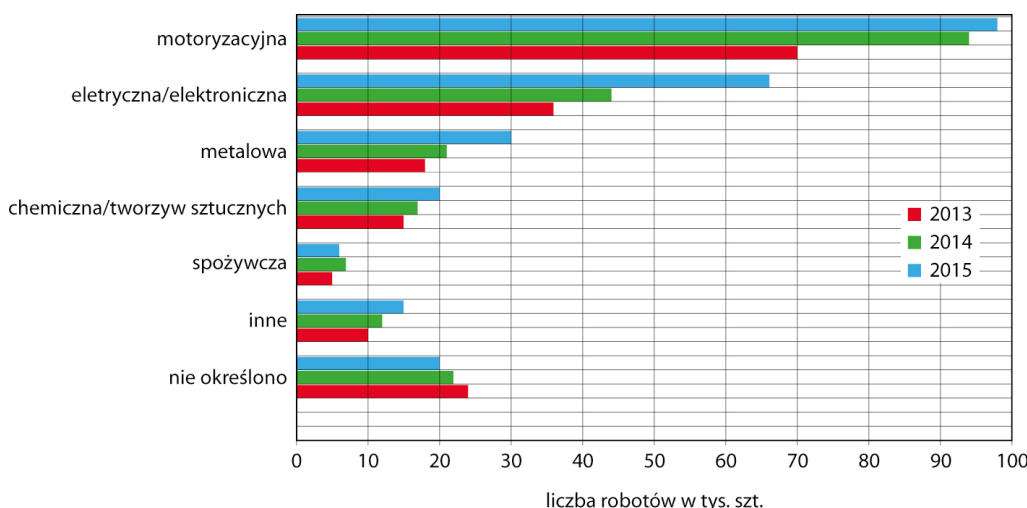
- monolitycznością;
- szczelnością;
- dużą wytrzymałością;
- małą masą;
- łatwością zabezpieczeń przed korozją.

Do najpopularniejszych metod spawania realizowanych automatycznie należą:

- MIG/MAG – (ang. *Metal Inert Gas/Metal Active Gas*) – metoda spawania elektrodą topliwą w osłonie gazów obojętnych lub aktywnych; jako gazy osłonowe obojętne najczęściej stosuje się argon lub hel, natomiast jako gazy osłonowe aktywne – dwutlenek węgla lub jego mieszaninę z argonem;
- TIG – (ang. *Tungsten Inert Gas*) – metoda spawania nietopliwą elektrodą wolframową w osłonie gazów obojętnych, takich jak argon, hel lub ich mieszanki;
- CMT – (ang. *Cold Metal Transfer*) – metoda niskoenergetyczna zgodna sprzętowo z systemem MIG/MAG na wyższym poziomie technicznym (zastosowanie całkowicie cyfrowych, inwerterowych źródeł prądu spawalniczego).

Ważną kwestią w procesie projektowania zrobotyzowanego stanowiska spawalniczego jest dobór metody spawania. Zwykle jest ona stosowana zgodnie z technologią wykonywania połączeń i zależy od wielu czynników, takich jak: rodzaj i grubość materiału spawanego, wymiary geometryczne spoiny, wymagana jakość, wydajność, szybkość oraz kwestie ekonomiczne. Ma to istotny wpływ na sposób montażu detali w przyrządach spawalniczych, prędkość cykli, konfigurację robota w trakcie spawania oraz zastosowany osprzęt. Wykorzystanie robotów przemysłowych w aplikacjach spawania daje wiele korzyści, m.in.:

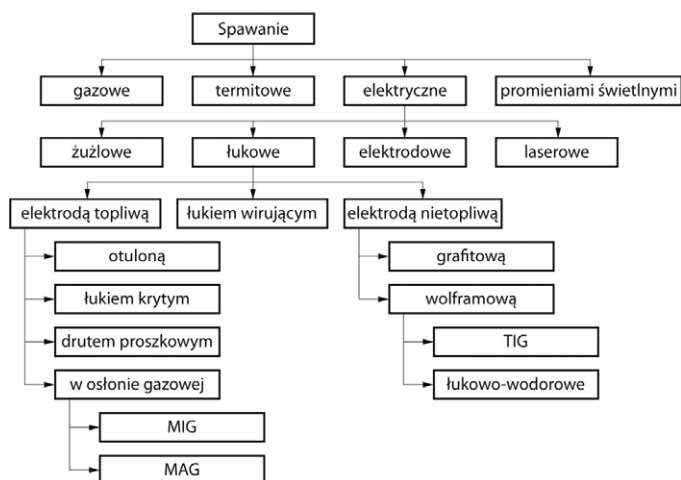
Sprzedaż robotów przemysłowych w wybranych branżach przemysłowych w latach 2013–2015



Rys. 1. Sprzedaż robotów w wybranych gałęziach przemysłu

(Źródło: Raport IFR 2016)



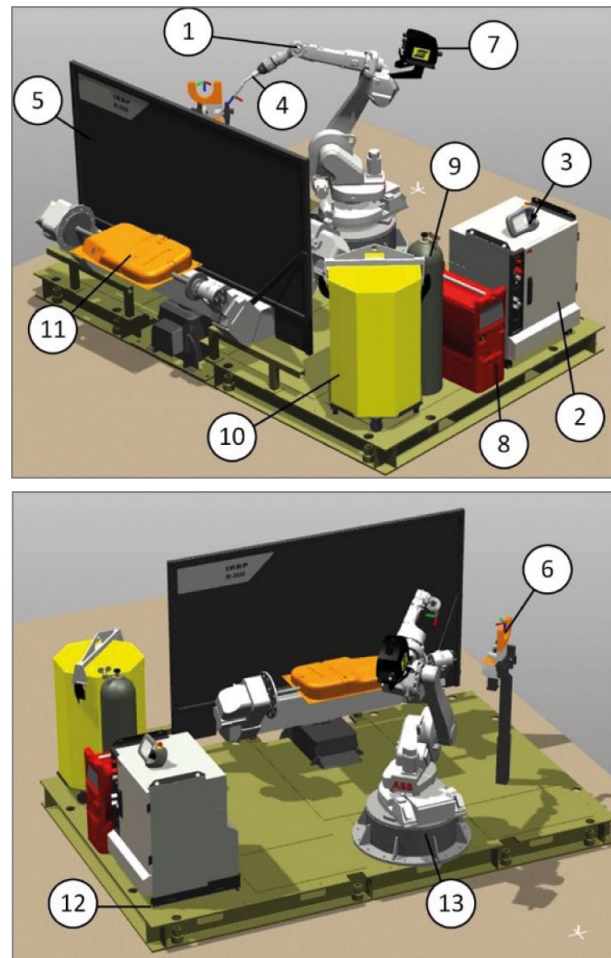


Rys. 2. Podział metod spawania

- zwiększa wydajność produkcji;
- zwiększa jakość wytwarzanych detali;
- przyspiesza realizację procesu (spawanie przy użyciu robota jest 2–5 razy szybsze niż innymi metodami);
- eliminuje konieczność dokonywania poprawek;
- zmniejsza zużycie spoiwa;
- generuje mniej odprysków i mniejszą ilość odpadów [I.27].

Wykonanie spoiny odpowiedniej jakości wymaga doświadczenia oraz wprawy, dlatego zakupowi zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych sprzyja niedobór wykwalifikowanych spawaczy na rynku pracy, który wynika z kilku powodów: praca jest męcząca, brudna i często przebiega w szkodliwych warunkach [I.27].

Z uwagi na duże zainteresowanie robotyzacją procesów spawalniczych na rynkach światowych (szacuje się, że udział robotów spawalniczych to ok. ¼ wszystkich istniejących aplikacji w polskim przemyśle) producenci robotów oferują nowoczesne oprogramowanie symulacyjne, pozwalające na dokładne zaprojektowanie procesu spawania oraz przetestowanie go jeszcze przed rozpoczęciem pracy stanowiska (np. RobotStudio z ArcWelding PowerPac). Dzięki współpracy producentów robotów z producentami osprzętu spawalniczego na rynku są oferowane dedykowane zestawy spawalnicze z wieloma akcesoriami zwiększającymi wydajność produkcji oraz jakość spawów. Współpraca producentów robotów i osprzętu spawalniczego doprowadziła do opracowania aplikacji instalowanych w kontrolerach robotów, które umożliwiają pełne programowanie aplikacji procesowych z wizualizacją i oddziaływaniem na parametry źródeł spawalniczych. Wskutek ciągłego rozwoju oprogramowania oraz stosowania zaawansowanych układów sensorycznych, w tym systemów wizyjnych, roboty przemysłowe znajdują ciągle nowe zastosowania w przemyśle, wykonując coraz bardziej złożone czynności. Potrafią na przykład same zlokalizować położenie detalu lub dostosować trajektorię ruchu robota w przypadku nierównych krawędzi detali. Przykładami są:



Rys. 3. Robot IRB 1660ID z osprzętem spawalniczym:

- 1 – manipulator robota; 2 – kontroler; 3 – Teach Pendant; 4 – palnik;  
 5 – pozycjoner; 6 – centrum obsługi palnika; 7 – podajnik drutu; 8 – źródło spawalnicze; 9 – butla z gazem osłonowym; 10 – szpula z drutem;  
 11 – detal; 12 – podstawa stanowiska; 13 – podest robota

(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio)

- opcja wyszukiwania statycznego SmarTac – umożliwi wyszukiwanie pozycji detalu do spawania na podstawie dotknięcia końcówką drutu spawalniczego przed zajarzeniem łuku spawalniczego;
- opcja śledzenia dynamicznego WeldGuide – dzięki pomiarowi impedancji łuku umożliwi realizację procesu spawania z jednoczesną korekcją trajektorii spawania.

### Zrobotyzowane stanowiska spawalnicze

#### – dobór robota i jego wyposażenia

Na rysunku 3 przedstawiono robota z osprzętem spawalniczym. Wśród najważniejszych komponentów należy wymienić:

- sześcioksiowy manipulator umożliwiający realizację zaprogramowanych trajektorii, wyposażony w palnik spawalniczy;
- kontroler robota z Teach Pendant odpowiedzialny za sterowanie manipulatorem i komunikację z urządzeniami wchodzącymi w skład stanowiska;

- pozycjoner, do którego zadań należy:
  - utrzymywanie detalu podczas procesu spawania,
  - osłona (przed iskrami i odpryskami) operatora mocującego kolejny detal na pozycjonerze,
  - zwiększenie elastyczności dzięki osiom aktywnym (sterowanym przez robota) i umożliwienie realizacji złożonych trajektorii ruchu robota;
- centrum obsługi palnika zapewniające pełną automatyzację procesu spawania;
- podajnik drutu zamontowany na ramieniu robota, którego zadaniem jest dostarczanie drutu z zadaną prędkością do palnika;
- źródło spawalnicze zintegrowane z kontrolerem robota;
- butla z gazem osłonowym (rodzaj gazu zależy od metody spawania oraz właściwości spawanych elementów);
- szpula z drutem;
- podstawa stanowiska integrująca wszystkie elementy komórki spawalniczej;
- podest zapewniający odpowiednią pozycję robota.

Z uwagi na złożoność trajektorii ruchu robota podczas realizacji procesu spawania roboty spawalnicze są maszynami sześćoosiowymi, często wyposażonymi w dodatkowe osie zewnętrzne w postaci pozycjonerów. W stacjach spawalniczych można spotkać jednostki uniwersalne lub manipulatory dedykowane procesowi spawania (rys. 4).

Do głównych cech robotów spawalniczych należy zaliczyć:

- liczbę osi – 6;
- masę manipulatora, ok. 250–300 kg;
- udźwig, ok. 7–20 kg;
- zasięg, ok. 1,6–1,8 m;
- powtarzalność, ok. 0,04 mm;
- możliwość montażu na podłodze, ścianie, pod kątem;
- stopień ochrony IP67.

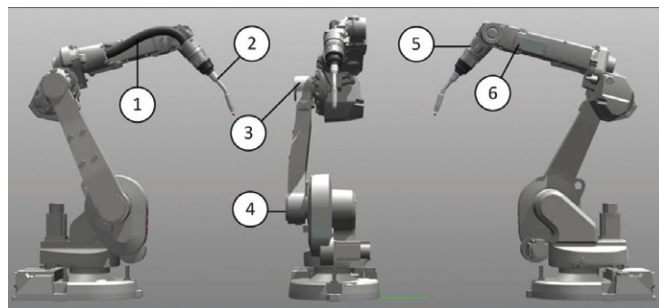
Z uwagi na powszechne stosowanie robotów przemysłowych w aplikacjach spawalniczych oraz konieczność zwiększenia elastyczności całego układu producenci oferują pozycjonery, które są integrowane z robotami. Integratorzy mają do wyboru pozycjonery jedno-, dwu- i trzyosiowe również w postaci dwóch stacji załadowniczych.

Kontrolery robotów spawalniczych są często wyposażane w dodatkowe opcje programowe, których zadaniem jest umożliwienie integracji z osprzętem spawalniczym (np. ze źródłem spawalniczym) oraz wspieranie operatorów podczas tworzenia aplikacji i realizacji procesu technologicznego (np. opcja Production Manager).

Niekorzystnym zjawiskiem procesu spawania są rozbryzgi spoiwa, co powoduje przyleganie gorących cząstek łuku spawalniczego do dyszy palnika. Stopniowe narastanie odprysków w dyszy prowadzi do zablokowania podajnika drutu i zablokowania przepływu gazu ochronnego, uniemożliwiając realizację procesu. Aby zapewnić pełną automatyzację procesu spawania, konieczna jest więc automatyczna obsługa palnika spawalniczego.

Zastosowanie na stanowisku centrum obsługi palnika (ang. TSC – *Torch Service Center*) umożliwia m.in.:

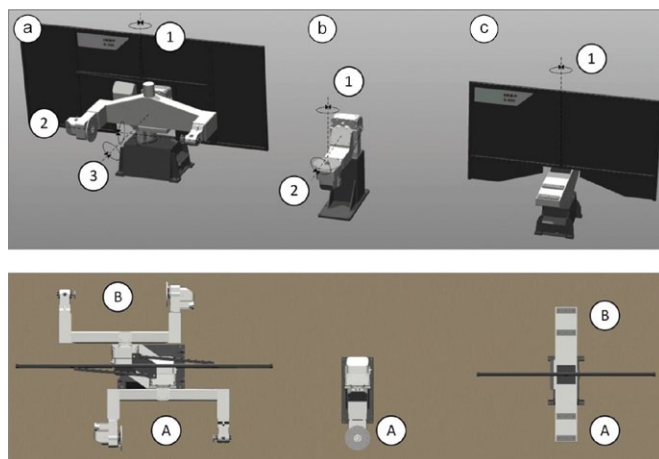
- automatyczne wyznaczenie układu współrzędnych narzędzia (TCP);



Rys. 4. Manipulator robota spawalniczego IRB 1660ID firmy ABB:

1 – wbudowana osłona DressPack do prowadzenia przewodów procesowych; 2 – dedykowany (do robota typu ID) palnik spawalniczy; 3 – przesunięty łokieć (w celu zwiększenia elastyczności i przestrzeni roboczej); 4 – przesunięty bark (w celu zwiększenia elastyczności i przestrzeni roboczej); 5 – odsunięta od kiści flansza robota; 6 – ramię robota o zmniejszonej średnicy przekroju poprzecznego

(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio)



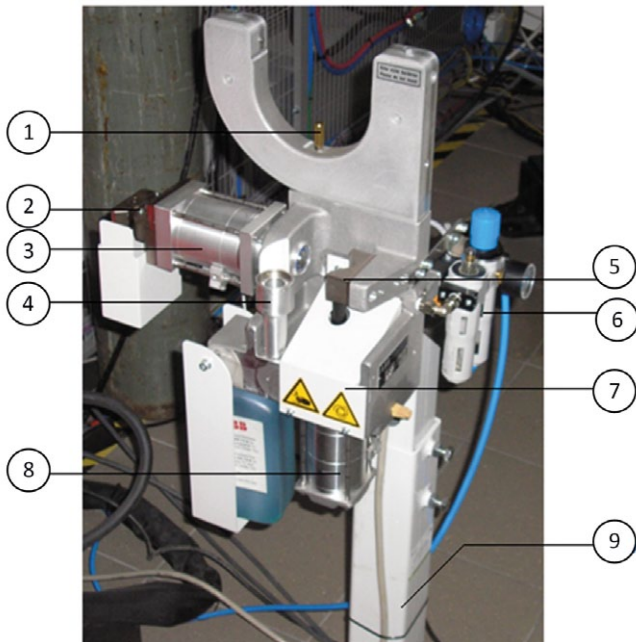
Rys. 5. Wybrane typy pozycjonerów firmy ABB:

a) trzyosiowy pozycjoner IRBP\_D300; b) dwuosiowy pozycjoner IRBP\_A250; c) jednoosiowy pozycjoner IRBP\_C500: 1 – oś pierwsza; 2 – oś druga; 3 – oś trzecia; A – pierwsza stacja załadownicza; B – druga stacja załadownicza

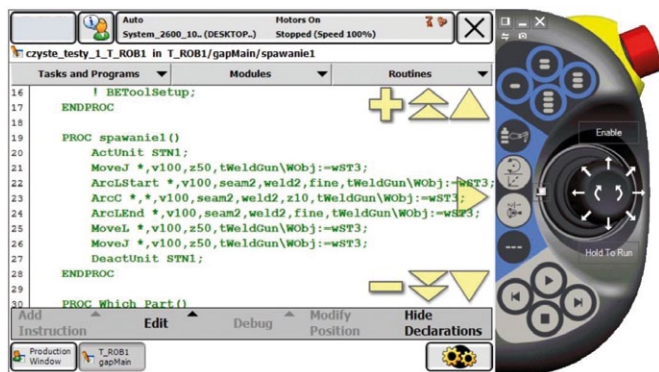
(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio)

- automatyczne czyszczenie dysz pistoletu spawalniczego (mechaniczne z wykorzystaniem frezu i bezdotykowe przez przedmuchiwanie i spryskanie natryskiwaczem środka czyszczącego);
- automatyczne obcinanie drutu (podczas realizacji procesu spawania konieczne jest przycinanie drutu spawalniczego na odpowiednią długość – zwykle 15 mm).  
Poprawna integracja TSC z robotem pozwala na realizację procesu czyszczenia palnika w jednej sekwencji, zawierającej mechaniczne i pneumatyczne oczyszczenie oraz wtryskiwanie oleju do dyszy.

W aplikacjach spawalniczych układ współrzędnych narzędzia jest definiowany na końcówce drutu spawalniczego (ok. 15 mm od dyszy palnika). Procedura ręcznego definiowania



Rys. 6. Centrum serwisowania palnika (TSC): 1 - BullsEye do kalibracji układu współrzędnych narzędzia; 2 - obcinacz drutu; 3 - siłownik zaciskowy ustalający położenie palnika podczas frezowania dyszy; 4 - natryskiwacz; 5 - V-blok ustalający położenie palnika podczas frezowania dyszy; 6 - układ pneumatyki z zaworami i jednostką obsługującą; 7 - frez; 8 - napęd frezu; 9 - podstawa TSC



Rys. 7. Ogólny widok FlexPendants z rutyną spawalniczą oraz komenda spawania w ruchu liniowym (język RAPID):

ArcL - komenda ruchu liniowego;

Target10 - punkt, do którego jest wykonywany ruch;

v30 - prędkość ruchu [mm/s];

steam2 - grupa parametrów startu spoiny (może być pobierana automatycznie z programu źródła spawalniczego);

weld3 - grupa parametrów spoiny (może być pobierana automatycznie z programu źródła spawalniczego);

Weave - dana określająca geometrię ruchów pistoletu spawalniczego prostopadłych do kierunku spawania (zakosowanie);

fine - strefa przejścia przez punkt trajektorii;

tWeldGun - aktywne narzędzie (TCP)

TCP zajmuje sporo czasu i zależy od wyszkolenia operatora, dlatego celowa jest automatyzacja tego procesu (zwłaszcza podczas zautomatyzowanej realizacji reszty procesu). Wśród czynników wpływających na błędną definicję TCP można wyróżnić:

- kolizję z obiektem roboczym, na przykład uderzenie robota w uchwyt zaciskowy pozostawiony w złej pozycji;
- niewłaściwie zdefiniowane TCP;
- wymianę palnika;
- wymianę uchwytu spawalniczego.

Automatyzacja funkcji serwisowych przez zaprogramowanie okresowego wykorzystywania funkcji TSC w produkcji wielkoseryjnej eliminuje potrzebę zatrzymywania produkcji i wpływa na skrócenie czasu cykli. Zwiększa to jakość, wydajność i efektywność.

Zautomatyzowana realizacja procesu spawania jest możliwa po zastosowaniu źródła spawalniczego, które można zintegrować programowo z kontrolerem robota. Pełna integracja umożliwia wymianę danych między robotem a źródłem spawalniczym. Do komunikacji obu urządzeń stosuje się protokoły transmisji, na przykład protokół DeviceNet. Przykładowym źródłem jest źródło spawalnicze TransPuls Synergic (TPS) 5000 firmy Fronius, które pozwala na tworzenie programów (jobs) do konkretnych aplikacji spawalniczych. Programy źródła zawierają parametry spawania (np. natężenie prądu), które są automatycznie uwzględniane w stosowanych opcjach komend spawalniczych programu robota.

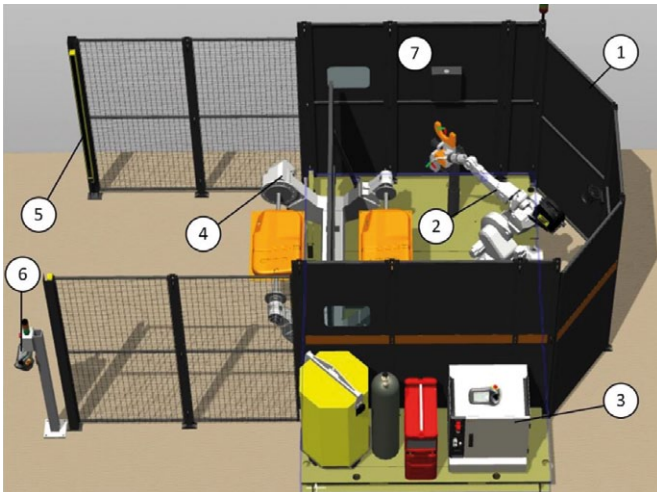
## Zrobotyzowane stanowiska spawalnicze

### - konfiguracja stacji

Przy projektowaniu zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych należy zwrócić uwagę na:

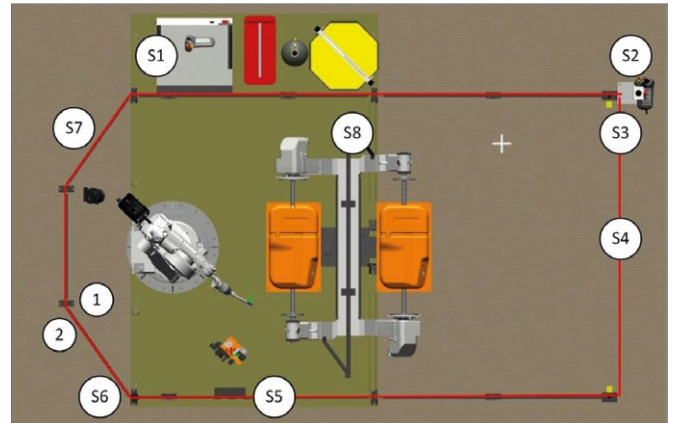
- bezpieczeństwo personelu obsługującego stanowisko oraz pracowników mogących przebywać w sąsiedztwie stanowiska;
- spełnienie wymagań spawania łukowego:
  - zapewnienie ciągłego zapasu drutu spawalniczego, dostarczanego z odpowiednią prędkością,
  - zapewnienie ciągłego zapasu gazu szlachetnego,
  - zapewnienie ciągłego zapasu płynu chłodzenia na potrzeby pistoletu spawalniczego,
  - zapewnienie dokładnego ruchu pistoletu spawalniczego,
  - zagwarantowanie powtarzalności ruchów robota w zakresie 0,04-0,1 mm,
  - zastosowanie elementów stanowiska (w tym czujników) odpornych na wysokie temperatury i lecące iskry,
  - implementację oprogramowania umożliwiającego ruch narzędzia w interpolacji liniowej i kołowej, realizację ruchów oscylacyjnych oraz szeroki zakres prędkości.

W większości przypadków stanowiska spawalnicze są montowane na płycie, która zapewnia dokładne i jednoznaczne rozmieszczenie komponentów stacji (rys. 8). Robot przemysłowy wyposażony w osprzęt spawalniczy jest mocowany na podeście w celu maksymalnego wykorzystania jego przestrzeni roboczej. Do zwiększenia elastyczności stanowiska można zastosować pozycjoner. W stanowisku obok robota opcjonalnie można umiejscowić centrum obsługi palnika. Powinno ono umożliwić wykonanie wszystkich czynności serwisowych. Należy zwrócić uwagę na fakt, że podczas automatycznego wyznaczania TCP



**Rys. 8.** Zrobotyzowane stanowisko spawalnicze:  
1 – ogrodzenie stanowiska; 2 – robot spawalniczy; 3 – kontroler z Teach Pendantem; 4 – pozycjoner; 5 – kurtyna bezpieczeństwa; 6 – panel operatora; 7 – drzwi serwisowe z oknem inspekcyjnym

(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio)



**Rys. 9.** Elementy bezpieczeństwa zrobotyzowanego stanowiska spawalniczego: 1 – strefa niebezpieczna; 2 – strefa bezpieczna; S1 – przyciski zatrzymania awaryjnego na kontrolerze robota i Teach Pendantcie; S2 – przycisk zatrzymania awaryjnego na panelu operatora; S3 – przycisk żądania wejścia do stacji i potwierdzenia wyjścia ze stacji; S4 – kurtyna bezpieczeństwa; S5 – zamek drzwi serwisowych; S6 – kolumna sygnalizacyjna; S7 – ogrodzenie; S8 – przesłona ochraniająca operatora podczas montażu detalu

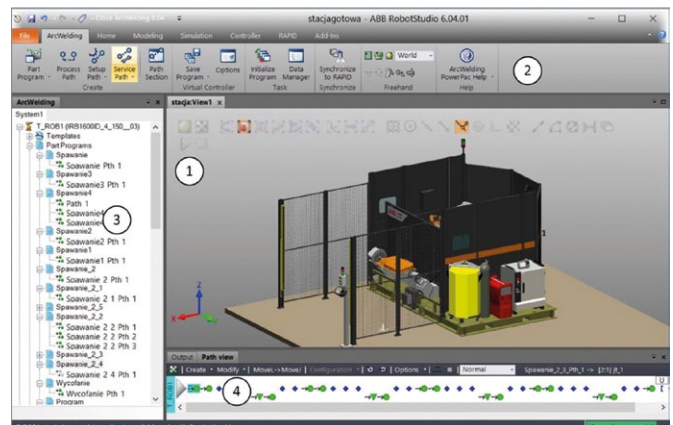
(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio)

robot wykonuje wiele przejść przez TSC z różnych stron i pod różnymi kątami, dlatego konieczne jest zarezerwowanie odpowiedniej przestrzeni. Kontroler robota przemysłowego powinien znajdować się na zewnątrz stanowiska w łatwo dostępnym miejscu, w takiej odległości od robota, aby możliwe było podejście do niego z Teach Pendantem (rozwiązanie takie ułatwia programowanie ścieżek spawalniczych). W łatwo dostępnym miejscu powinny również się znajdować zasobniki mediów spawalniczych (pakiet z drutem oraz butla z gazem osłonowym). Z uwagi na specyfikę procesu ogrodzenie powinno zapewnić osłonę przed ruchomymi mechanizmami oraz jarzeniem się łuku spawalniczego. W ogrodzeniu powinny znajdować się wyposażone w zamek bezpieczeństwa drzwi serwisowe z oknem inspekcyjnym. Pozwoli to na autoryzację wejść (rozłączenie obwodu bezpieczeństwa) oraz monitoring i obsługę pistoletu spawalniczego (przez okno inspekcyjne, bez rozłączania obwodów bezpieczeństwa). W przypadku pracy półautomatycznej stację zabezpiecza się kurtyną bezpieczeństwa, przed którą należy zamieścić panel operatora umożliwiający sterowanie procesem.

Stanowisko powinno być wyposażone w system bezpieczeństwa. Przykładowe elementy systemu przedstawiono na rysunku 9:

- ogrodzenie;
- przesłony zabezpieczające operatora podczas wymiany detali;
- przyciski zatrzymania awaryjnego (*Emergency Stop*);
- przyciski żądania wejścia do wnętrza stanowiska oraz przyciski potwierdzenia wyjścia;
- bariera bezpieczeństwa;
- zamek bezpieczeństwa;
- kolumna sygnalizacyjna.

Przy projektowaniu zrobotyzowanych stanowisk można wspierać się nowoczesnymi środowiskami z modułami dedykowanymi do konkretnych rozwiązań. Na rysunku 10



**Rys. 10.** Okno RobotStudio z aktywną zakładką ArcWelding:  
1 – okno główne; 2 – belka narzędziowa; 3 – drzewo projektu;  
4 – okno widoku ścieżki

(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio)

przedstawiono okno programu RobotStudio z uruchomionym pakietem ArcWelding PowerPac [II.3].

Bibliografia dostępna pod linkiem:  
[nis.com.pl/bibliografia.html](http://nis.com.pl/bibliografia.html)

Fragment pochodzi z książki:  
*Robotyzacja procesów produkcyjnych*  
W. Kaczmarek, J. Panasiuk,  
Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017

# Zrobotyzowane procesy zgrzewania

Obecnie najczęściej stosowanym rodzajem zgrzewania elektrycznego jest zgrzewanie oporowe. Dzieli się je na:

- doczołowe (zwarciowe, iskrowe);
- punktowe (jedno- i dwustronne);
- liniowe (na zakładkę, liniowo-doczołowe);
- garbowe.

W zgrzewaniu doczołowym zwarciowym, dzięki oporowemu nagrzaniu obszaru styku przepływającym prądem elektrycznym, a następnie plastycznemu odkształceniu po osiągnięciu odpowiedniej temperatury zgrzewania, otrzymuje się trwałe połączenie między ściśle dociśniętymi, a oczyszczonymi elementami na całej powierzchni styku. Przy czym obszar zgrzewania jest nagrzewany do uplastycznienia lub do temperatur wyższych od temperatur topnienia. Głównymi parametrami tego typu zgrzewania są: natężenie prądu, siła docisku, długość mocowania, naddatek na spęczanie, czas przepływu prądu zgrzewania. Technologia zgrzewania doczołowego zwarciowego stosowana jest m.in. do łączenia: prętów, drutów, obręczy, rur, kształtowników wykonanych ze stali węglowych nisko- i wysokostopowych, stopów niklu, miedzi i aluminium.

W procesie zgrzewania doczołowego iskrowego (zgrzewanie również następuje na całej powierzchni styku) wyróżnia się trzy etapy: podgrzewanie wstępne, wyiskrzanie, spęczanie. Podgrzewanie jest wykonywane przy niewielkim docisku. Po nagrzaniu złącza następuje etap wyiskrzania, w którym jest wypalany materiał powierzchni złącza, w wyniku czego uzyskuje się gładką i czystą powierzchnię. Po usunięciu nadmiaru przeznaczanego na wyiskrzanie następuje etap spęczania, w którym powstaje wypływka zawierająca stopiony i utleniony metal. Zgrzewane przedmioty są dociskane siłą wystarczającą jedynie do zapewnienia styku w kilku miejscach. Po załączeniu przepływu prądu przez obszary stykowe o małej powierzchni i dużej oporności stykowej płynie prąd o bardzo dużej gęstości (natężenie prądu na jednostkę powierzchni stykowej), powodujący topienie metalu obszarów stykowych, utworzenie ciekłych mostków prądowych, a następnie gwałtowne ich rozerwanie w wyniku działania sił elektromagnetycznych i ciśnienia par metalu. Wraz z wyrzuceniem ciekłego metalu mostków z obszaru styku równocześnie są usuwane wszelkie zanieczyszczenia. Proces wyiskrzania, postępujący z odpowiednią prędkością, w sposób ciągły, powoduje, że ciepło z tworzących się coraz to nowych mostków prądowych odpływa w głąb zgrzewanych przedmiotów i nagrzewa przyległe obszary do stanu silnego uplastycznienia. Głównymi parametrami tego typu zgrzewania są: natężenie prądu, prędkość wyiskrzania, naddatek na wyiskrzanie, prędkość spęczania, siła docisku spęczania, naddatek na spęczanie, długość mocowania.

Zgrzewanie doczołowe iskrowe znajduje zastosowanie w łączeniu doczołowym rur, drutów, prętów kształtowników, szyn kolejowych, taśm, blach, ogniw łańcuchów, narzędzi

skrawających, wałów itd. Zgrzewa się przedmioty wykonane ze stali węglowych nisko- i wysokostopowych, miedzi i stopów miedzi, aluminium i jego stopów. Ponadto możliwe jest łączenie stali z miedzią, miedzi z aluminium oraz stali niskowęglowych ze stalą narzędziową.

W porównaniu ze zgrzewaniem zwarciowym, zgrzewanie iskrowe ma kilka zalet:

- większą wytrzymałość i plastyczność złącza;
- prostsze przygotowanie przedmiotów;
- wąską strefę wpływu ciepła;
- szerszy zakres możliwości zgrzewania ze sobą różnych metali (okres wyiskrzania może trwać tak długo, aż każdy z metali osiągnie temperaturę topnienia);
- mniejsze zużycie energii i większą szybkość zgrzewania, a zatem większą wydajność.

Najbardziej rozpowszechnionym sposobem zgrzewania oporowego, zapewniającym wykonanie złącza o wysokiej wytrzymałości, jest zgrzewanie punktowe. Umożliwia ono łączenie na zakładkę, w odpowiednio rozmieszczonych punktach dociśniętych wzajemnie blach, za pomocą elektrod kłowych przewodzących prąd. W miejscu docięcia, na skutek przepływu prądu, materiał blach się rozgrzewa i łączy ze sobą. Głównymi parametrami tego typu zgrzewania są: natężenie prądu, siła docisku, czas zgrzewania, wymiary robocze elektrody. Najczęstsze zastosowanie zgrzewania punktowego to łączenie elementów wykonanych ze stali węglowych i stopowych, niklu, tytanu, ich stopów oraz stopów miedzi i aluminium. Grubość zgrzewanych elementów zależy od rodzaju materiału (np. w przypadku stali węglowych o zawartości węgla do 0,25% maksymalna grubość zgrzewanych blach nie przekracza 20 mm, a w przypadku aluminium i jego stopów – 5 mm). Z uwagi na fakt, że wydajność zgrzewania punktowego jest bardzo duża, technologia ta jest z powodzeniem robotyzowana (np. dla blach o grubości 0,8–1,0 mm można uzyskać do 2 tys. zgrzein/h przy użyciu zgrzewarek jednopunktowych oraz do 10 tys. zgrzein w przypadku zgrzewarek wieloelektrodowych).

Zgrzewanie liniowe jest metodą łączenia, w której złącze elementów metalowych jest tworzone przez wiele zgrzein punktowych powstałych w stanie ciekłym, ułożonych jedna obok drugiej, wzdłuż określonej linii. Możliwe jest to dzięki zastosowaniu elektrod krążkowych, które doprowadzają prąd i wywierają docisk zgrzewania. W zależności od kinetyki ruchu elektrod, przebiegu impulsów prądowych i czasu ich trwania zgrzewanie oporowe liniowe dzieli się na:

- ciągłe – elektrody krążkowe są napędzane ze stałą prędkością, a prąd zgrzewania przepływa przez elektrody i złącze w sposób ciągły, przy stałej sile docisku zgrzewania – spoina jest tworzona jako jeden ciągły szew;
- przerywane – elektrody krążkowe obracają się ze stałą prędkością, a prąd zgrzewania przepływa z regularnymi przerwami;

- skokowe – polega na skokowym ruchu obrotowym elektrod krążkowych, które są zatrzymywane na czas przepływu prądu i obracają się o określony skok, w czasie przerwy jego przepływu.

Głównymi parametrami zgrzewania oporowego liniowego są: natężenie prądu, siła docisku, prędkość zgrzewania, czas przepływu prądu zgrzewania, czas przerwy w przepływie prądu, wymiary robocze i rodzaj materiału elektrod. Zgrzewanie liniowe stosuje się do łączenia cienkich blach w aplikacjach, gdzie priorytetem jest uzyskanie szczelnego połączenia (np. zbiorniki paliwowe, sprzęt gospodarstwa domowego, samochody, wagony).

Podczas **zgrzewania garbowego** zgrzeina powstaje w miejscu punktu kontaktowego, specjalnie ukształtowanego na materiale roboczym. Ponieważ punktami kontaktowymi (tzw. garbami) mogą być wybrzuszenia lub występy technologiczne (np. pierścieniowe, wydłużone), ich wymiary są jednocześnie wymiarami zgrzewania zgrzein powstałych podczas procesu. Z wykorzystaniem dużych, obejmujących wiele punktów elektrod możliwe jest łączenie wielu punktów w jednym cyklu pracy. Technologia zgrzewania oporowego garbowego umożliwia tworzenie złączy zakładkowych lub doczołowych i jest szeroko stosowana w produkcji wielkoseryjnej akcesoriów samochodowych, m.in. do zgrzewania elementów o kształcie pręta (śruby, zaczepty), elementów rurowych, sworzni i krzywek.

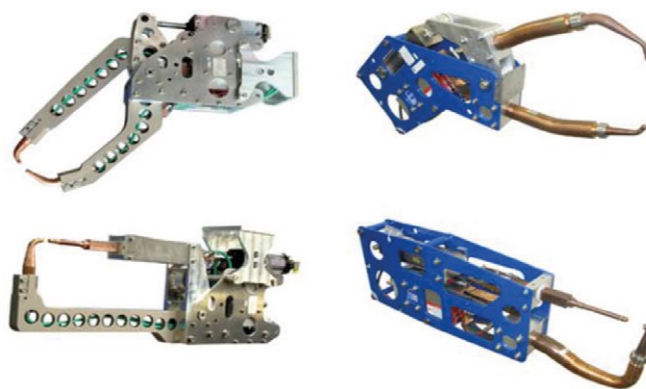
### Zrobotyzowane stanowiska spawalnicze

#### – dobór robota i jego wyposażenia

Przedstawione technologie zgrzewania, ich cechy oraz parametry poszczególnych typów zgrzewania determinują możliwość wykorzystania robotów przemysłowych w tych technologiach. Z uwagi na możliwości integracji zgrzewadeł z robotami przemysłowymi oraz powszechność stosowania danej technologii na zrobotyzowanych stanowiskach produkcyjnych najczęściej można spotkać aplikacje zgrzewania punktowego.

Wdrażanie zrobotyzowanych stanowisk do zgrzewania powinno być poprzedzone dokładną analizą, która dostarczy odpowiedzi dotyczącej celowości takiego działania – w szczególności: czy takie działanie jest opłacalne (ekonomicznie uzasadnione) oraz jak wpłynie na wydajność produkcji i bezpieczeństwo pracy. Bez wątplenia w przypadku zgrzewania wyeliminowanie człowieka operatora podnosi bezpieczeństwo pracy, zwiększa wydajność produkcji oraz jakość produktu.

Z punktu widzenia technologa procesu zgrzewanie polega na takim dobraniu parametrów procesu, aby powstało połączenie zgrzewane – zgrzeina – o założonej średnicy (zależnej od grubości zgrzewanych elementów) i wytrzymałości równej co najmniej wytrzymałości materiału rodzimego. Dlatego konieczne jest dobranie odpowiedniego zgrzewadła. Ze względu na masę zgrzewadła montowanego na robocie przemysłowym zgrzewadła można podzielić na urządzenia o masie poniżej i powyżej 90 kg (np. lekkie zgrzewadła firmy COMAU z serii VX oraz VC – rys. 1). Dlatego też roboty przemysłowe wykorzystywane w procesie zgrzewania są najczęściej urządzeniami o dużym udźwigu (zwykle powyżej 100 kg). Przeważnie są to również roboty sześciosiowe z uwagi na konieczność manipulowania narzędziem roboczym w sześciu stopniach swobody (w wielu



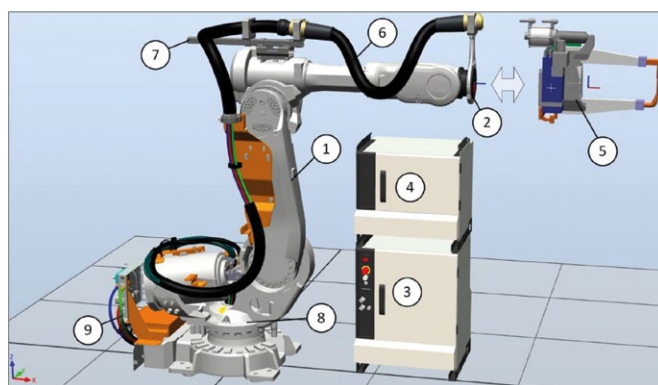
Rys. 1. Lekkie zgrzewadła firmy COMAU z serii VX oraz VC o masie poniżej 90 kg

(Źródło: COMAU Robotics)

przypadkach) podejście do miejsca zgrzewania jest bardzo utrudnione ze względu na duże gabaryty samego zgrzewadła oraz złożony kształt łączonych detali, np. karoserii samochodowej). Do głównych cech robotów do zgrzewania należy zaliczyć:

- liczbę osi – 6;
- masę manipulatora ok. 900 kg;
- udźwig do 150 kg;
- zasięg ok. 2,2 m;
- powtarzalność ok. 0,03 mm;
- możliwość montażu na podłodze, ścianie, pod kątem;
- standardowo stopień ochrony IP54 lub IP67 [I.12, I.13].

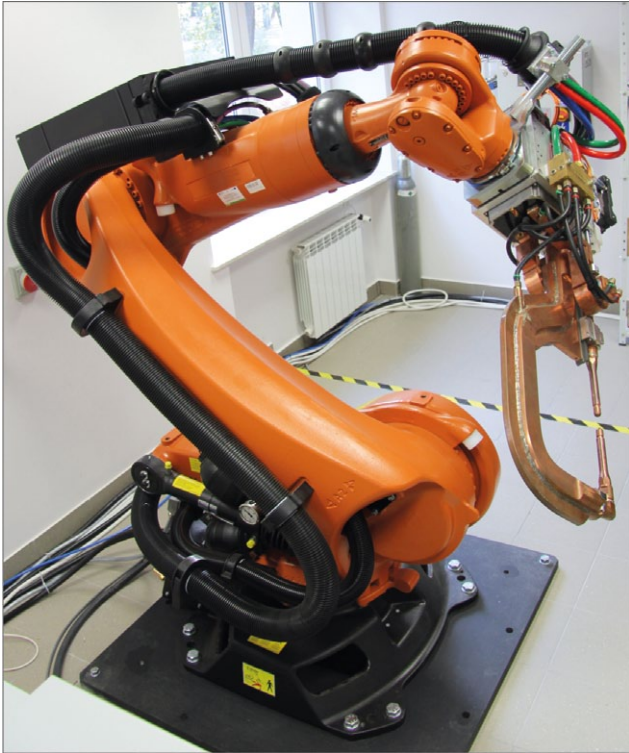
Z uwagi na popularność technologii zgrzewania firmy produkujące roboty przemysłowe mają w swojej ofercie roboty przeznaczone do zgrzewania (np. IRB 6620 firmy ABB, R-1000iA firmy FANUC, KR 125 firmy KUKA, Smart5 NM/NJ firmy COMAU). Oznacza to, że roboty te są w pewien sposób (sprzętowo i programowo) przygotowane do szybkiego wdrożenia (rys. 2 i 3). Firmy oferują m.in.:



Rys. 2. Główne komponenty robota do zgrzewania na przykładzie robota IRB 6640 firmy ABB:

- 1 – manipulator;
- 2 – uchwyt na osi 6;
- 3 – kontroler;
- 4 – szafa procesowa;
- 5 – zgrzewadło;
- 6 – ochrona przewodów (DressPack);
- 7 – uchwyt;
- 8 – przepusty w osi 1;
- 9 – skrzynka połączeniowa

(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio)

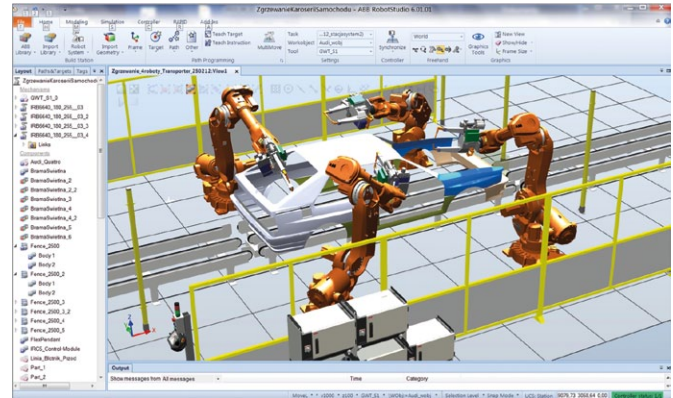


Rys. 3. Robot KR 120 R2500 PRO firmy KUKA na stanowisku zgrzewalniczym

- specjalistyczne szafy procesowe umożliwiające szybkie podłączenie zgrzewadła z okablowaniem doprowadzonym do kiści robota;
- tzw. DressPack – dopasowane kanały z przewodami ochraniające przewody oraz dostosowane kształtem i wymiarami do danego typu robota;
- specjalistyczne oprogramowanie procesowe (np. oprogramowanie RobotWare);
- spot kontrolera (IRC5 firmy ABB [I.5], oprogramowanie Spot Tool firmy FANUC);
- specjalistyczne interfejsy dla tzw. Teach Pendantów (przenośnych paneli do programowania pracy robota), wspierające programistów i operatorów;
- dostosowane sprzętowo kontrolery robotów (zwłaszcza pod kątem komunikowania się z osprzętem zgrzewadła).

Wśród dodatkowych opcji, jakie powinno zawierać oprogramowanie, należy wyróżnić:

- zmianę końcówki pistoletowej do zgrzewania;
- automatyczną regulację TCP;
- automatyczną korekcję błędów;
- realizację lustrzanego odbicia ruchu;
- sprawdzenie wolnej przestrzeni;
- automatyczne obliczanie TCP;
- sterowanie dodatkową osią;
- wczesne wykrywanie kolizji;
- śledzenie ruchu taśmy produkcyjnej;
- skok zależny od kolizji.



Rys. 4. Stanowisko zgrzewania karoserii samochodowej na linii montażowej

(Źródło: opracowanie własne na podstawie RobotStudio)

### Zrobotyzowane stanowiska zgrzewalnicze – konfiguracja stacji

Pojedyncze stanowiska do zgrzewania punktowego mogą mieć postać podobną do stanowisk spawalniczych, dlatego ich projektowanie i budowa oparte są na podobnych zasadach. Jednak z uwagi na fakt, że najwięcej robotów zgrzewających jest instalowanych w przemyśle samochodowym na w pełni zautomatyzowanych liniach, zajmują one określoną (zamkniętą) przestrzeń (rys. 4). Również w tym przypadku, podobnie jak w aplikacjach spawalniczych, konieczne jest zapewnienie pełnej automatyzacji oraz bezpieczeństwa.

### Nowe rozwiązania i technologie w procesie zrobotyzowanego zgrzewania

Choć sama idea procesu zgrzewania nie jest nowa, nie oznacza to, że się nie zmienia. Zmiany są znaczące. Przede wszystkim dlatego, że choć proces zgrzewania jest stosunkowo tani, to malejące koszty implementacji takich rozwiązań, jak na przykład spawanie laserowe, sprawiają, że część zakładów zaczyna stosować zamiast zgrzewania właśnie spawanie laserowe. Pozwala to na znaczne przyspieszenie procesu łączenia detali. Patrząc jednak na dziesiątki robotów zgrzewalniczych w każdej z fabryk motoryzacyjnych, trudno – nawet przy malejących cenach źródeł laserowych – wyobrazić sobie pełne zastąpienie zgrzewania spawaniem laserowym [I.12, I.13].

Jednym z nowych rozwiązań, jakie pojawiły się na rynku, jest zgrzewanie laserowe (rys. 5), zastosowane przez firmę COMAU w zakładach Fiata w Cassino. Wykorzystano w nim wysoko skoncentrowaną wiązkę laserową o bardzo długiej ogniskowej, przemieszczającą się z dużą prędkością dzięki zastosowaniu optycznego układu luster galwanometrycznych. Nowa technologia ma jednak zastosowanie tylko w niektórych aplikacjach, zwłaszcza tam, gdzie konieczne jest zespolenie kilku takich samych elementów za pomocą zgrzewania punktowego wykonywanego z dużą prędkością (np. paneli drzwi samochodowych). Jak przekonują inżynierowie, koszt wykonania zgrzewiny techniką laserową (biorąc pod uwagę produkcję masową) jest porównywalny z tradycyjną technologią zgrzewania



Rys. 5. Robot firmy COMAU na stanowisku do zgrzewania laserowego

(Źródło: COMAU Robotics)

punktowego, a jest znacznie wydajniejszy. Wykonanie jednego punktu zgrzewania dawną technologią zajmuje ok. 2 s – w tym samym czasie laser wykonuje osiem takich punktów.

Jedno z najnowocześniejszych rozwiązań – Smart Laser – polegające na zintegrowaniu robotów serii Smart firmy COMAU Robotics z wykorzystaniem innowacyjnych laserów na ciele stałym, zostało opracowane na bazie czteroosiowego robota COMAU Smart NH1 z kontrolerem C4G. Przy czym źródło lasera, które może się znajdować w odległości od 750 do 1100 mm od zgrzewanego detalu, jest traktowane jako dodatkowa oś robota (poruszająca się z prędkością do 4000 mm/s).

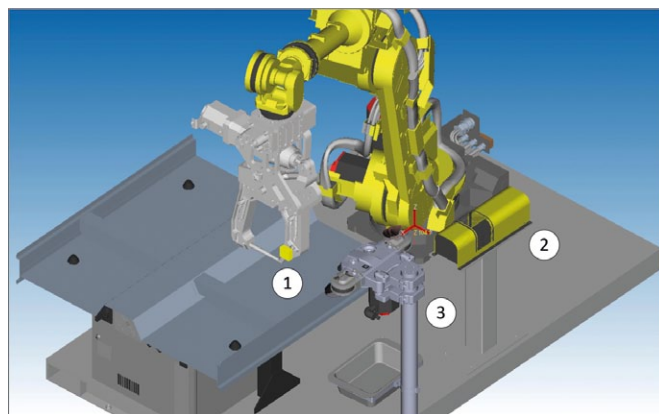
Rozwiązanie Smart Laser z powodzeniem zostało wdrożone w zakładach Fiata w Cassino i jest wykorzystywane do zgrzewania ocynkowanych, wewnętrznych elementów drzwi samochodów Lancia Delta i Alfa Romeo Giulietta. Podczas realizacji procesu w pierwszej kolejności na jednym z detali, za pomocą impulsów laserowych, wykonywanych jest kilka przetłoczeń. Przeciwdziałają one osłabieniu zgrzewanych punktów na skutek tworzących się podczas zgrzewania porów, przez które ulatniają się (zgromadzone między zgrzewanymi powierzchniami) opary cynku. Powstała dzięki temu szczelina między zgrzewanymi detalami pozwala oparom cynku ulotnić się ze strefy topienia. Połączenie dwóch elementów drzwi jest realizowane zgrzeiną długości ok. 20 mm, co gwarantuje taką samą wytrzymałość mechaniczną, jak tradycyjne zgrzewanie punktowe. Cały system składa się z dwóch kabin (jedna do zgrzewania drzwi prawych, druga do lewych). W każdej kabine są zainstalowane dwie jednostki Smart Laser: jedna wykonuje przetłoczenia na detalu ułożonym w pionie na stole obrotowym, a druga realizuje właściwe zgrzewanie laserowe w poziomie.

Roboty są zasilane z trzech źródeł lasera TruDisk 4002 o mocy 4 kW. Jedno obsługuje roboty wykonujące przetłoczenia, a dwa pozostałe źródła sterują wiązkami laserowymi wykonującymi właściwe zgrzewanie laserowe. Takie rozwiązanie umożliwia przejęcie funkcji jednego robota przez drugiego w przypadku awarii (redundancja). Łączny czas cyklu zgrzewania elementów jednej pary drzwi – prawych i lewych – wynosi 78 s, co pozwala na wykonanie 880 par drzwi w ciągu doby, przy wydajności sięgającej 90%.

Innym przykładem nowoczesnego podejścia do procesu zgrzewania jest opracowane przez firmę FANUC rozwiązanie bazujące na pomiarze drgań występujących podczas manipulacji zgrzewadłem (rys. 6). Mimo dużej sztywności konstrukcji robota, nie da się w klasycznym rozwiązaniu wykluczyć drgań związanych z operowaniem znaczącą masą. W swoim rozwiązaniu FANUC w specjalnej linii robotów Gakushu Robot zaimplementował funkcję *Learning Vibration Control* (LVC). Nie jest to, niestety, jedynie funkcja programowa, gdyż wymaga dodatkowych elementów w postaci modułu rejestrującego drgania podczas procesu uczenia się.

Proces zaczyna się od wstępnego programowania aplikacji zgrzewania. Następnie – po zainstalowaniu czujnika mierzącego drgania i usunięciu elementu, który jest zgrzewany – następuje optymalizacja mająca na celu wyeliminowanie drgań w punkcie zgrzewu (dzięki czemu czas przebywania narzędzia w punkcie może być zredukowany). Po nauczeniu nowych parametrów procesowych czujnik jest usuwany i proces technologiczny może być uruchomiony na danym stanowisku w trybie roboczym.

Oszczędność czasu uzyskana dzięki implementacji LVC jest dość znaczna, gdyż dla cyklu operacji zgrzewania wynosi – w zależności od kontrolera robota (R-30iA/R-30iB) – ok. 10%. Dla dużych zakładów motoryzacyjnych skrócenie cyklu zgrzewania o 10% jest już rozwiązaniem wartym uwzględnienia [II.7]. Tym bardziej, że nie ma konieczności wielokrotnego ponoszenia kosztu zaawansowanych rozwiązań sprzętowych, gdyż moduł pomiarowy może być na czas uczenia przenoszony

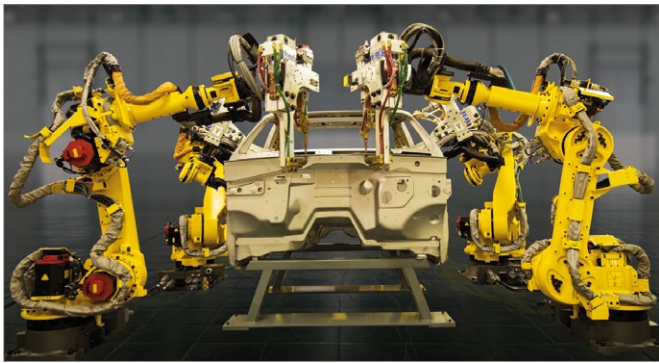


Rys. 6. Robot firmy FANUC wyposażony w zgrzewadło oraz trzyosiowy akcelerometr:

- 1 – trzyosiowy czujnik akcelerometryczny LVC;
- 2 – moduł do automatycznej wymiany elektrod DH SVR 2 Kyokutoh;
- 3 – iR-Vision Inspection Box

(Źródło: FANUC)

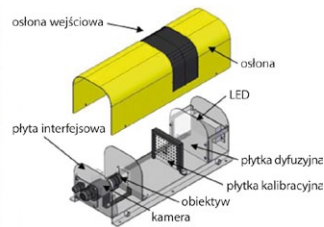




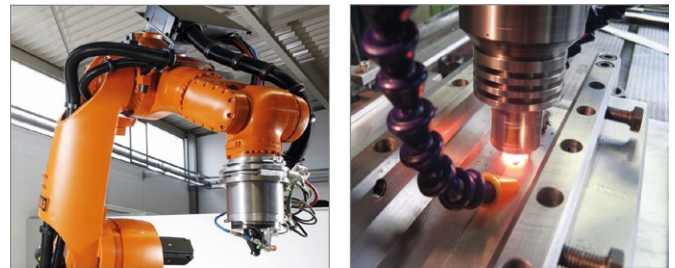
Rys. 7. Roboty firmy FANUC na stanowisku do zgrzewania z trzyosowym akcelerometrem (Źródło: FANUC)



Rys. 9. DH SVR 2 Kyokutoh (Źródło: Kyokutoh)



Rys. 8. Ogólny widok i schemat iRVision Inspection Box firmy FANUC (Źródło: FANUC)



Rys. 10. Robot firmy KUKA na stanowisku do zgrzewania w technologii FSW (Źródło: www.chess.com)

między poszczególnymi stanowiskami, na których po zoptymalizowaniu programu nie jest później wykorzystywany. Na rysunku 6 przedstawiono jeszcze dwa elementy wyposażenia stanowisk zgrzewalniczych. Pierwszym jest iRVision Inspection Box, służący do oceny stanu zużycia elektrod zgrzewadła (rys. 8).

Robot co określony czas podjeżdża do modułu i umieszcza w nim jedną, a następnie drugą elektrodę. Zintegrowany system wizyjny dokonuje oceny stanu zużycia elektrod i na tej podstawie podejmuje decyzję o ewentualnej konieczności wymiany elektrod zgrzewadła. Moduł iRVision Inspection Box może być również wykorzystywany na stanowiskach spawalniczych do oceny stanu palnika i automatycznego ustawiania TCP narzędzia. Do automatycznej wymiany elektrod służy kolejny z elementów stanowiska, moduł DH SVR 2 firmy Kyokutoh (rys. 9). Robot najpierw podjeżdża do gniazda, w którym są odkręcane zużyte elektrody, a następnie podjeżdża do magazynku znajdującego się na skraju modułu i wkręca nową elektrodę.

Ciekawym rozwiązaniem, które obecnie (po pomyślnym wykorzystaniu w przemyśle lotniczym) coraz częściej znajduje zastosowanie również w branży motoryzacyjnej, jest zgrzewanie tarcie z przemieszaniem (*Friction Stir Welding* – FSW). Choć patent na tę technologię łączenia metali pochodzi z 1991 r., to rozwój robotyki pozwolił obecnie na wykorzystanie jej wszędzie tam, gdzie spoiny muszą być ciągłe i wolne od pęknięć oraz porowatości typowych dla spoin uzyskiwanych w procesie spawania. Dodatkową zaletą jest możliwość łączenia różnych

rodzajów aluminium, co również zostało już docenione w przemyśle lotniczym i staje się coraz bardziej popularne w motoryzacji. Jedną z pierwszych firm implementujących metodę FSW na stanowiskach zrobotyzowanych była firma ABB, współpracująca m.in. z firmą ESAB, która w robocie IRB 7600 zainstalała głowicę FSW. W ostatnich latach również KUKA (rys. 10) podjęła intensywne prace w tym kierunku, m.in. podpisując kilka lat temu porozumienie z EADS, jednym z głównych producentów uzbrojenia na rynku europejskim. Rozwiązanie to jest teraz wykorzystywane również przez innych producentów robotów jako metoda przeznaczona do specyficznych aplikacji w przemyśle lotniczym lub motoryzacyjnym. Łączenie metalu w ten sposób znalazło zastosowanie m.in. na liniach produkcyjnych elementów do takich modeli, jak Mazda MX-5 Miata, Audi R8 Spider oraz Volvo V70. ■

Bibliografia dostępna pod linkiem:  
[nis.com.pl/bibliografia.html](http://nis.com.pl/bibliografia.html)

Fragment pochodzi z książki:  
 W. Kaczmarek, J. Panasiuk  
*Robotyzacja procesów produkcyjnych*  
 Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017

# Produkcja w Polsce w kontekście Czwartej Rewolucji Przemysłowej

Arkadiusz Niemira

Polski przemysł produkcyjny jest coraz bardziej świadomy konieczności wprowadzania zmian. Taka postawa wiele mówi zarówno o samych firmach, kondycji branży, jak i o jej perspektywach. Przeważająca część przedsiębiorstw zajmujących się produkcją dąży do poprawy wydajności i optymalizacji wykorzystania zasobów, bo wie, jakim wyzwaniem jest dzisiejsza gospodarka i jak szybko zmieniają się jej realia. Zyskujący na popularności model kustomizacji produkcji wymusza konieczność szybkiego działania i adaptowania się do zmieniających się trendów i wymagań rynku, a konkurencja jest silna. Jednocześnie większość chce oszczędzać i w wydajny sposób korzystać z parku maszynowego oraz kadr – tym bardziej, że dzisiejszy rynek pracy jest trudny. Na horyzoncie pojawia się także widmo spowolnienia gospodarczego, a negatywne nastroje niekoniecznie sprzyjają inwestycjom. Nie brak głosów, że Polska stoi w obliczu pułapki średniego dochodu w wyniku „przegrzania” gospodarki, niedostatecznych nakładów inwestycyjnych i małej wydajności pracy. Co zatem mają robić przedsiębiorstwa produkcyjne działające w Polsce, które chcą utrzymać się na rynku? Jak w życiu – nie ma jednej, uniwersalnej recepty. Ale istnieje szereg rozwiązań, które mogą pomóc. Jednym z nich – aczkolwiek określenie „rozwiązanie” wydaje się być tutaj znacznym uproszczeniem – jest koncepcja Przemysłu 4.0 i będąca jej istotą rewolucja przemysłowa, obejmująca praktycznie wszystkie aspekty działalności biznesowej. Przemysł 4.0 to zbiór inteligentnych technologii i procesów opartych na integracji systemów przetwarzania danych, automatyzacji i Internetu Rzeczy.

Czwarta Rewolucja Przemysłowa to niewątpliwie szansa dla polskiej gospodarki. Widzieliśmy, jak niesprzyjające okoliczności polityczne 200 lat temu utrudniły Polsce skorzystanie

z mechanizacji i uprzemysłowienia, czego skutki obserwujemy do dziś. Widzieliśmy też, jak kraje, takie jak Korea czy Finlandia, na fali trzeciej rewolucji przemysłowej z kategorii peryferyjnych państw opartych na rolnictwie i eksploatacji zasobów naturalnych stały się technologicznymi liderami. Stawiam tezę, że Polska ma realne szanse na skorzystanie z przełomu Przemysłu 4.0, co więcej – polscy przedsiębiorcy coraz częściej widzą taką potrzebę i zaczynają się do tego skoku przygotowywać. Optymizmem napawa fakt, że 7 na 10 producentów z Polski, którzy znają koncepcję Przemysłu 4.0, wdrożyło lub planuje wprowadzić u siebie technologie wchodzące w jej skład.

Niemal połowa przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce miała w bieżącym roku zamiar zwiększyć nakłady na rozwój systemów informatycznych. Jednocześnie niemal 6 na 10 z nich deklarowało, że inwestycje te mają na celu zwiększenie produktywności. Ta korelacja jest, według Klausa Schwaba – ojca terminu Czwartej Rewolucji Przemysłowej – cechą charakterystyczną dla instytucji wdrażających rozwiązania typowe dla Przemysłu 4.0. Przewodzi u nas w tej kwestii branża motoryzacyjna, co nie powinno nikogo dziwić – w końcu sektor ten zawsze był forpocztą innowacji, jak chociażby w przypadku robotyzacji zakładów. Dodatkowo sektor motoryzacyjny jest silnie zorientowany na firmy niemieckie, gdzie idea inteligentnej fabryki już od dłuższego czasu jest wdrażana w życie. Bliskie powiązania z Zachodem to także kolejny czynnik wpływający na potencjał adaptacji Przemysłu 4.0 w Polsce. Przedsiębiorcy, zwłaszcza ci więksi, doskonale wiedzą, że w epoce gospodarki na żądanie, ich partnerzy i klienci będą wymagać produkcji sprofilowanej pod ich indywidualne potrzeby. By temu sprostać konieczne będzie rozwijanie systemów zbierających

i przetwarzających dane o produktach na każdym etapie ich cyklu życia, od zamawiania materiałów po obsługę posprzedażową. Realizację tego celu zapewnia właśnie implementacja zaawansowanych systemów informatycznych.


Należy pamiętać, że przejście do Przemysłu 4.0 to stopniowy proces, który wymaga integracji wykorzystywanych już rozwiązań z nowymi technologiami. W miarę jak wdrażane są nowe rozwiązania, zwiększa się zakres technologicznej rewolucji i optymalizacji, której podlegają kolejne obszary. Budowanie odpowiedniego ekosystemu obejmuje między innymi przygotowanie kadry na nadchodzące zmiany. Konieczne są odpowiednie kompetencje do wykorzystywania nowych rozwiązań, co wpływa na strukturę całego przedsiębiorstwa. Automatyzacja procesów pozwala odciążyć część kadr, przez co mogą poświęcać swój czas i umiejętności na aktywności poprawiające całościową produktywność firmy. Firmom, które w swojej działalności wykorzystują już rozwiązania informatyczne, będzie znacznie łatwiej zbudować inteligentną fabrykę na bazie funkcjonujących rozwiązań. Zdecydowana większość producentów w Polsce stosuje już obecnie zaawansowane systemy informatyczne, co daje solidne podwaliny pod wdrażanie takich rozwiązań, jak Internet Rzeczy czy zaawansowana analiza danych.

Co zatem zrobić, żeby ułatwić przedsiębiorcom załapanie się na korzyści płynące z udziału w Czwartej Rewolucji Przemysłowej? Firmy deklarują, że największą przeszkodą, której się obawiają, jest opór przed zmianami wewnątrz organizacji. Kluczowe jest więc klarowne przedstawienie pracownikom tego, jakie konkretne korzyści przyniesie wdrożenie rozwiązań i co mogą dzięki nim zyskać. Nowoczesne technologie powodują w przypadku części użytkowników obawy przed nieznanym, a w Polsce

nadal znaczny odsetek osób nie posiada podstawowej wiedzy z zakresu obsługi narzędzi informatycznych i internetu. Jednak jeśli technologie są wprowadzane rozsądnie, to pozwalają uwolnić zasoby ludzkie i pozwolić kadrze wykonywać bardziej kreatywne zadania, które składają się na wyższą produktywność całej firmy. Drugą przeszkodą jest brak środków finansowych. To oczywiście, że nowoczesne rozwiązania technologiczne oznaczają wydatki oraz często

konieczność zdefiniowania procesów. Ale inwestycje w nie stają się koniecznością, bo optymalizacja dostępna dzięki nowym technologiom jest trudna, a często wręcz niemożliwa do osiągnięcia dzięki tradycyjnym rozwiązaniom. W obliczu nadchodzącej dekonstrukcji firmy mają tendencję do ograniczania inwestycji, jednak w obecnym, „rewolucyjnym” okresie zwlekanie może spowodować, że nigdy już nie uda się nam dogonić czołówki światowej gospodarki.

Przedsiębiorcy zdają się to rozumieć, zdecydowana większość z nich zamierza zwiększać nakłady na inwestycje w nowe technologie. To bardzo dobry prognostyk, który pozwala zakładać, że Przemysł 4.0 jest postrzegany przez polski sektor produkcji jako realny wybór. ■

 Arkadiusz Niemira, Prezes Zarządu  
PSI Polska Sp. z o.o.

#### WYDARZENIA

##### ● Nietypowe zastosowanie humanoidów

Rosyjski startup rozpoczął sprzedaż autonomicznych robotów, których wizerunek może przedstawiać dowolną osobę na świecie zgodnie z życzeniem klienta.

– Teraz każdy będzie mógł zamówić robota o dowolnym wyglądzie – zarówno do użytku profesjonalnego, jak i osobistego. W ten sposób otwieramy ogromny rynek usług, edukacji i rozrywki – powiedział w oświadczeniu Aleksiej Jużakow, prezes zarządu Promobot, firmy stojącej za projektem.

Zasilany akumulatorem Robo-C wyposażono w szyję i tułów. Każdy z elementów posiada trzy stopnie swobody, natomiast twarz robota to już 18 ruchomych części, których wzajemne położenie pozwala na wykonanie 600 gestów mimicznych. Pracą humanoida zarządza sztuczna inteligencja, która umożliwia sprawny komunikację z właścicielem.

Promobot twierdzi, że jej konstrukcja jest w stanie zlikwidować barierę stojącą na drodze interakcji człowiek – maszyna, jaką niewątpliwie jest fizyczna reprezentacja tej drugiej. Ma również szansę zastąpić przy tym pewną grupę pracowników np. w urzędach pocztowych, bankach oraz instytucjach miejskich.

Źródło: *nypost*

##### ● Ubieralny czujnik zanieczyszczenia powietrza

Zespół kierowany przez Ellison Carter i Johna Volckensa z Uniwersytetu Kolorado otrzymał czteroletnią dotację o wartości 2,2 miliona dolarów na

rzecz opracowania nowych technologii i metod oceny narażenia pracowników na zanieczyszczenia powietrza związanego z wykonywanym zawodem.

Zespół opracowuje lekki i niedrogi ubieralny czujnik monitorowania zanieczyszczenia powietrza, który z założenia ma być prosty w obsłudze. Naukowcy planują przetestować ich partię na kilkuset pracownikach z różnych branż – od służb ratowniczych po monterów oraz pracowników platform wiertniczych.

Badacze chcą zmodyfikować istniejącą technologię sprzedawaną przez spin-off Volckensa, firmę Access Sensor Technologies. Profesor kierował opracowaniem personalnego próbnika powietrza o nazwie Ultrasonic Personal Air Sampler (UPAS), który gromadzi dane na temat narażenia na szkodliwe dla zdrowia cząstki za pomocą cichej mikropompy o niskiej mocy.

– Nowe urządzenie będzie mniejszą i lżejszą wersją UPAS – wyjaśniła Carter, która badała skutki ciągłego zanieczyszczenia powietrza w Chinach. – Część badań dotycząca rozwoju technologii jest bardzo ekscytująca i w naturalny sposób przyciągnęła mnie do tego projektu. Iteracyjny proces projektowania i testowania pozwoli dopracować technologię w najdrobniejszych szczegółach.

– Podstawowym celem tego projektu jest pomoc pracownikom w uzyskaniu informacji potrzebnych do podejmowania decyzji chroniących ich przed niewidocznym zagrożeniem, które ich otacza – podsumowała Volckens.

Źródło: *fierceelectronics*

##### ● Robot naśladowuje wzrost roślin

Roboty z MIT opracowali nowego robota z wysuwną kończyną, która przemieszcza się w sposób podobny do rośliny. Na dodatek nietypowa konstrukcja jest w stanie adaptować się do kształtu ciasnych przestrzeni.

Przypominające łańcuch rowerowy ramię maszyny jest wystarczająco elastyczne, aby poradzić sobie z zakamkami, ale przy tym wystarczająco sztywne, aby podnosić ładunki lub żeby mogło przenosić moment obrotowy.

Łańcuch rozciąga się, ciągnąc ze sobą połączone moduły wykonane za pomocą druku 3D. Do jego rozwijania służy wyciągarka prowadząca go przez ścieżkę wyposażoną w zestaw silników, które mogą blokować moduły w różnych konfiguracjach. W miarę realizacji kolejnych scenariuszy kinematycznych osiągany jest różny ostateczny kształt konstrukcji. Po zakończeniu zadania robot może wycofać ramię i ponownie je wysunąć w innej konfiguracji, aby dopasować się do nowego rodzaju pracy.

MIT uważa, że robot może znaleźć zastosowanie w ratownictwie i obsłudze pojazdów przez mechaników samochodowych. Jest on bowiem w stanie nie tylko precyzyjnie przemieścić się przez ciasne przestrzenie, ale po przemieszczeniu się wykonać zadanie wymagające użycia siły. Z podobnymi problemami mierzyli się dotychczas bezskutecznie twórcy miękkich manipulatorów.

Źródło: *newatlas*

## BIBLIOTEKA



Paweł Wimmer  
**WordPress 5. Rewolucja Gutenberga**  
Rok wydania: 2019  
Wydawnictwo: Helion

WordPress to najpopularniejszy na świecie system zarządzania treścią, który napędza ponad jedną trzecią stron funkcjonujących obecnie w internecie. Z kolei Gutenberg jest od niedawna standardowym edytorem treści WordPressa. Zmiana ta ma wręcz rewolucyjny charakter, sposób użycia Gutenberga bowiem diametralnie różni się od tego, z czym użytkownicy mieli do czynienia wcześniej. Najważniejsza i najwygodniejsza wydaje się tu możliwość operowania blokami treści, dzięki której można łatwo osadzać różne elementy strony i kontrolować jej układ.

Jeśli masz kłopot z przejściem na Gutenberga lub chcesz nauczyć się wydajnie korzystać z jego funkcji, sięgnij po książkę *WordPress 5. Rewolucja Gutenberga*. Krok po kroku wprowadzi Cię ona w świat bloków – szybko opanujesz sposoby dodawania tekstów, multimediów i treści zewnętrznych do strony oraz formatowania jej elementów. Poznasz również najbardziej przydatne wtyczki, dzięki którym wyposażysz swój edytor w szereg naprawdę interesujących rodzajów bloków i sprawisz, że Twój serwis zaferuje użytkownikom dodatkowe możliwości, a także będzie wyglądał atrakcyjnie i nowoczesnie.



Russ White, Ethan Banks  
**Sieci komputerowe.**  
**Najczęstsze problemy i ich rozwiązania**  
Rok wydania: 2019  
Wydawnictwo: Helion

Zrozumienie budowy i działania sieci komputerowych nie jest łatwe. Trzeba przyswoić wiele pojęć, zrozumieć bardzo zawite mechanizmy, a także przygotować się na gwałtowny rozwój technologii sieciowych. Mimo dostępności licznych podręczników i wypracowania różnych podejść do nauczania podstaw sieci komputerowych wciąż wielu inżynierów nie rozumie tych zagadnień. Te braki w wiedzy i w umiejętnościach należy traktować jako istotny problem: w przyszłości będą się pojawiać coraz to nowsze rozwiązania sieciowe, a ich znaczenie dla niemal każdego przedsiębiorstwa będzie rosło.

W książce zastosowano podejście problemowe, dzięki czemu łatwiej jest zrozumieć budowę oraz działanie współczesnych sieci komputerowych i protokołów, jak również wyzwania, z jakimi mierzą się dzisiejsze systemy. W praktyczny sposób opisano zagadnienia transportu danych

i sterowania pracą sieci, przeanalizowano też kilka typowych projektów i architektur sieci, w tym sieci szkieletowe centrów danych i nowoczesne sieci rozległe, definiowane programowo (SD-WAN). Szczegółowo zaprezentowano takie technologie, jak sieci definiowane programowo (SDN). Każdemu zagadnieniu towarzyszy omówienie typowych problemów i ich rozwiązań, a także sposobów ich implementacji w protokołach oraz metod wdrożenia.



Adam Józefiok  
**Bezpieczeństwo sieci Cisco. Przygotowanie do egzaminu CCNA Security 210-260. Kurs video**  
Rok nagrania: 2017  
Wydawnictwo: Videopoint

*Bezpieczeństwo sieci Cisco. Przygotowanie do egzaminu CCNA Security 210-260. Kurs video* – ta książka powstała z myślą o administratorach rozpoczynających przygodę z bezpieczeństwem w sieciach komputerowych. Zapewnia on praktyczną wiedzę o bezpieczeństwie sieci i przygotowuje do zdobycia certyfikatu Cisco 210-260 IINS. Jeśli chcesz wejść w świat technologii Cisco Security i nauczyć się blokować ataki hakerów, a także bez stresu podejść do egzaminu Cisco 210-260 IINS, podczas tego szkolenia zyskasz solidne podstawy praktyczne oraz teoretyczne.

W ramach 150 lekcji zdobędziesz teoretyczną wiedzę o polityce bezpieczeństwa, nauczysz się zarządzać ryzykiem i je analizować. Dowiesz się, jak obsługiwać program GNS3 w zakresie Cisco Security i zabezpieczać linię routera. A także – jak tworzyć konta użytkowników w lokalnej bazie danych, logować zdarzenia sieciowe na urządzeniach i podłączać router do rzeczywistej sieci. Poznasz zasady obsługi systemu Kali Linux oraz działania tablicy MAC – wraz z opisem, jak wygląda atak na tę tablicę. Kurs obejmuje również zagadnienia związane z działaniem sieci VLAN, atakami na te sieci i ich zabezpieczaniem. Pozwoli Ci zrozumieć, do czego służą różne protokoły, z której strony haker może je zaatakować i jak się przed tym zabezpieczyć. A potem skonfigurujesz sieć w taki sposób, by atak na nią był maksymalnie utrudniony. Co więcej, samodzielnie zaimplementujesz wiele rozwiązań ochronnych, osobiście przeprowadzisz ataki na najróżniejsze elementy sieci i skonfigurujesz wiele parametrów na różnych urządzeniach.

Ten kurs dotyczący Cisco – na poziomie podstawowym – da Ci wiedzę o podstawach bezpieczeństwa sieci, w szczególności sieci komputerowych opartych na urządzeniach firmy Cisco. Jest to wiedza fundamentalna, od której każdy użytkownik musi rozpocząć naukę. Tematyki, którą obejmuje ten kurs video, nie da się pominąć – jest ona bazowa dla wszystkich pozostałych certyfikatów Cisco Security. Zatem do dzieła!

XIV edycja Konkursu miesięcznika

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

# PRODUKT ROKU 2019

## KATEGORIE:

- Nowe maszyny i technologie
- Poprawa bezpieczeństwa
- Napędy i silniki
- Systemy sterowania procesami i układami
- Urządzenia pomiarowe i czujniki



Ogłoszenie wyników konkursu oraz wręczenie nagród i wyróżnień odbędzie się podczas Międzynarodowych Targów AUTOMATICON 2020, w Warszawskim Centrum EXPO XXI, ul. Prądzyńskiego 12/14, w dniu 18.03.2020 r. o godz. 10:00, w Sali Konferencyjnej B-1.

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

## TEMATYKA

# napędy i sterowanie

miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny

**Nr 1 (249)**

Rok XXII  
Styczeń 2020

- Przemysł 4.0
- Technologie 3D
- Efektywność w górnictwie
- Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne
- Systemy mechatroniczne
- Monitoring i systemy sterowania
- Utrzymanie ruchu
- Automatyzacja transportu szynowego
- Efektywność w energetyce
- Napędy
- Oleje, środki smarne



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

1/2020 (249)

2/2020 (250)

3/2020 (251)

4/2020 (252)

5/2020 (253)

6/2020 (254)

7-8/2020 (255-256)

9/2020 (257)

10/2020 (258)

11/2020 (259)

12/2020 (260)

## 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, przysyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 118,80 zł (w tym 8% VAT).

Wydawnictwo Druk-Art SC nr konta: 57 1560 1140 0000 9090 0004 0921

Wysyłając powyższy formularz, wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych zgodnie z ustawą z dn. 29.08.1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. nr 133, poz. 883).

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:

- Wydawnictwa SIGMA NOT, tel./fax 22 840 35 89;
- 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 SA, tel. 22 355 04 10.

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel./fax: 32 755 15 74.



- ◀ Aparatura kontrolno-pomiarowa
- ◀ Automatyka przemysłowa
- ◀ CAD/CAM/CAE
- ◀ Elementy i systemy hydrauliczne
- ◀ Elementy i systemy pneumatyczne
- ◀ Energoelektronika
- ◀ Napędy
- ◀ Oleje przemysłowe
- ◀ Oprogramowanie
- ◀ Robotyka
- ◀ Systemy zasilające
- ◀ Utrzymanie ruchu

Płacisz raz,  
promujesz się  
cały rok

# NAPĘDY I STEROWANIE – KATALOG BRANŻOWY 2020

WYDANIE SZESNASTE



druk



internet

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

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



# ROBOTY PRZEMYSŁOWE

## KOMPLEKSOWE STANOWISKA ZROBOTYZOWANE

PALETYZACJA  
PICK & PLACE  
HANDLING

SPAWANIE  
MIG/ MAG/ TIG  
SPAWANIE LASEROWE  
ZGRZEWANIE

OBSŁUGA PRAS  
KRAWĘDZIOWYCH  
OBSŁUGA MASZYN



2148 wdrożonych  
aplikacji

[www.RobotyPrzemyslowe.pl](http://www.RobotyPrzemyslowe.pl)  
[info@robotyprzemyslowe.pl](mailto:info@robotyprzemyslowe.pl)  
T: +48 734 167 108