

# **napędy i sterowanie**

**miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny**

**Nr 12 (272)**

Rok XXIII  
Grudzień 2021

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*



## **Pneumatyka**

Siłowniki pneumatyczne  
Zawory rozdzielające  
Elementy przygotowania  
sprężonego powietrza



## **Automatyzacja**

Budowa stanowisk  
zrobotyzowanych  
Projektowanie systemów  
automatyki przemysłowej



## **Hydraulika**

Cylindry hydrauliczne  
Wyroby specjalne  
na zamówienie

**CENTRUM PRODUKCYJNE  
PNEUMATYKI „PREMA” S.A.**



Śledź nas na:



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

[prema@prema.pl](mailto:prema@prema.pl)

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (273) Styczeń	<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> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Odnawialne źródła energii</li> <li>• Maszyny budowlane, pojazdy i sprzęt specjalistyczny</li> </ul>
2 (274) Luty	<b>EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE TECHNOLOGIA DLA PRZEMYSŁU ENERGETYCZNEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Automatykacja produkcji</li> <li>• Bezpieczeństwo sieci przemysłowych</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Hydraulika siłowa</li> </ul>
3 (275) Marzec	<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>• Automatykacja transportu szynowego</li> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Napędy</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Energetyka odnawialna</li> </ul>
4 (276) Kwiecień	<b>BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniki pakowania i opakowań, systemy ważące i dozujące</li> <li>• Systemy znakujące, RFID i kontroli w przemyśle</li> <li>• 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 (277) 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 (278) 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 (279/280) Lipiec/sierpień	<b>SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyfryzacja w ciągu produkcyjnym</li> <li>• Inteligentne układy zasilania, sterowania</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Silniki elektryczne</li> <li>• Transformatory</li> </ul>
9 (281) 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> <li>• Utrzymanie ruchu w przemyśle</li> </ul>
10 (282) Październik	<b>INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA PRZEMYSŁOWE PRZEMYSŁ 4.0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydraulika, pneumatyka i sterowanie</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Inteligentne układy zasilania</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Napędy hybrydowe i elektryczne</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Energia odnawialna</li> </ul>
11 (283) 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 (284) Grudzień	<b>CYFRYZACJA W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Napędy elektryczne i hydrauliczne</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>

**Adres redakcji:**

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

**Redaktor naczelna:** Katarzyna Zając

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

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

**Redaktor statystyczny:** Ludmiła Urbińska

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

**Redakcja techniczna:** Grzegorz Drobny

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

**Marketing:**

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

**Dział prenumerat:** Norbert Klencz

tel. 502 132 515 • e-mail: prenumerata@drukart.pl

**Podstawowa korekta tekstu:** Marta Chamów**Rada Programowa:**

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

**Redaktor tematyczny:** prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kolek**Wydawca:** Wydawnictwo Druk-Art SC

47-400 Racibórz, ul. Środkowa 5

**Patronat honorowy:**

Instytut Konstrukcji  
i Eksploatacji Maszyn  
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki  
i Inżynierii Biomedycznej  
Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji  
i Eksploatacji Maszyn  
Politechniki Łódzkiej

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

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów  
niezamówionych.

Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiacji tekstów.  
Przedrukowywanie materiałów lub ich części tylko za zgodą pisemną  
redakcji.

Redakcja deklaruje, że pierwotną wersją wydawanego miesięcznika  
„Napędy i Sterowanie” jest wersja drukowana (papierowa).  
„Wydarzenia” wybrano z materiałów prasowych firm.

## Szanowni Państwo!

**D**obiega końca kolejny rok, w którym towarzyszyliśmy Państwu, opisując interesujące rozwiązania techniczne czy też ważne wydarzenia, jakie miały miejsce w branży automatyki. Prezentowaliśmy wspólnie na polskim rynku technicznym firmy, zakłady, przedsiębiorstwa.

W mijającym 2021 roku staraliśmy się dotrzymać Państwu kroku. Tradycyjnie na naszych łamach pojawiały się fachowe artykuły, relacje z organizowanych spotkań branżowych i wiadomości gospodarcze. Naszą ambicją jest bowiem stale poszerzać Państwa wiedzę na temat nowości oraz informować o zmianach zachodzących w branży. Nieustannie powiększamy też krąg czytelnicy, by jeszcze szerzej prezentować zamieszczaną w naszym piśmie ofertę produktów i rozwiązań, upowszechniając ją wśród Państwa potencjalnych klientów.

Ukazywaliśmy w naszym piśmie nieustanny postęp, który jest konsekwencją rozwijającej się myśli technicznej. Mam nadzieję, że pozwoliło to lepiej poznać zmiany, jakie zachodzą na polskim rynku technicznym. Czytając o aplikacjach i nowoczesnych technologiach, z pewnością mogli Państwo poszerzyć swoją wiedzę o nowych produktach czy też z tej bogatej oferty wybrać najbardziej odpowiednie dla siebie rozwiązania. Niezwykłym wyróżnieniem była możliwość towarzyszenia Państwu w codziennej pracy. Oczywiście nie zamierzamy na tym poprzestać, stwarzając w miesięczniku „Napędy i Sterowanie” szereg ciekawych okazji do zaprezentowania Państwa firm czy produktów. Obserwując rzeczywistość, z pewnością możemy stwierdzić, że mijający rok nie był łatwy. Trapiło nas wiele problemów wynikających między innymi z pandemii Covid 19. O tym mogą Państwo przeczytać w bieżącym wydaniu w przygotowanych przez nas wywiadach.

Zanim jednak znów wykonamy – pełen obaw co do przyszłości – krok w kolejny rok, przed nami czas, w którym choć na chwilę oderwiemy się od zagonionej codzienności, zatrzymamy się, by pobyć wśród bliskich, zastanowić się nad jutrem.

W tych wolnych chwilach i nie tylko od święta zapraszam do lektury naszego pisma.

Katarzyna Zając  
Redaktor naczelna





**Str. 8**

Argumenty przemawiające za automatyzacją procesów produkcyjnych i przykłady jej realizacji



**Str. 12**

Optymalizacja napędu przenośników z wykorzystaniem motoreduktorów Rossi



**Str. 14**

Poprawa jakości energii i eliminacja zaburzeń elektroenergetycznych



**Str. 20**

Zastosowanie indukcyjnego przesyłu energii MOVITRANS® SEW-EURODRIVE w firmie DB Cargo Polska



**Str. 23**

Dławikowe i transformatorowe rdzenie nanokrystaliczne

## CO W NUMERZE

- 6 Nowości techniczne
- 81 Biblioteka
- 82 Zestawienie firm

## Nauka

- 48 Nowoczesne uniwersalne zabezpieczenia cyfrowe wyposażone w algorytm do diagnostyki stanu klatki silników indukcyjnych  
A. Duda, M. Sułowicz, J. Tulicki, T. Węgiel, M. Iwiński
- 56 Silniki PMSM do zastosowań trakcyjnych – właściwości układu zasilania ograniczające parametry silnika  
E. Król, T. Wolnik
- 62 Układ napędowy dla pojazdów dostawczych i specjalistycznych jako odpowiedź na zapotrzebowanie rynku elektromobilnego  
P. Szewczyk, A. Łebkowski
- 68 Elektryczna lokomotywa akumulatorowa „Electra” ze zmiennym rozstawem kół  
P. Lasek, R. Setlak, W. Zieleźny, Sz. Kupczak
- 73 Numeryczna analiza wpływu konstrukcji budowlanej na wartości pola elektrycznego  
A. Choroszucho, M. Sumorek, J. Żukowski, K. Konopka
- 78 Inteligentny system kontroli i zabezpieczenia domu  
A. Sikora, R. Słowik

## Technologie i produkty

- 8 **FIRMA Z OKŁADKI:** Argumenty przemawiające za automatyzacją procesów produkcyjnych i przykłady jej realizacji  
Centrum Produkcyjne Pneumatyki „PREMA” Spółka Akcyjna
- 12 Optymalizacja napędu przenośników z wykorzystaniem motoreduktorów Rossi  
Rossi Polska Sp. z o.o.
- 14 **FIRMA Z OKŁADKI:** Poprawa jakości energii i eliminacja zaburzeń elektroenergetycznych  
M. Przybylski – EVER Sp. z o.o.
- 15 Odpowiedni dobór suwnicy ABUS usprawnia procesy produkcji i obniża koszty budowy hali  
ABUS Crane Systems Polska Sp. z o.o.
- 16 SANYU – falownik solarny / ładowarka SPV18 VPM off grid na działce rekreacyjnej i ROD  
M. Szewczyk – SANYU Sobczak

- 20 Zastosowanie indukcyjnego przesyłu energii  
MOVITRANS® SEW-EURODRIVE w firmie DB Cargo Polska  
SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.
- 23 Dławikowe i transformatorowe rdzenie nanokrystaliczne  
M. Łukiewski – FLUXCOM JEE
- 26 ControlPlex® System CPC20. Inteligentna forma ochrony sieci 24 V DC  
El-Cab Sp. z o.o.
- 27 BEDIA czujniki poziomu i temperatury do zastosowań w E-Mobility  
El-Cab Sp. z o.o.
- 28 Falownik NORDAC PRO SK 500P z nowym zakresem mocy  
NORD Napędy Sp. z o.o.

**Str. 26**

ControlPlex® System CPC20. Inteligentna forma ochrony sieci 24 V DC



**Str. 28**

Falownik NORDAC PRO SK 500P z nowym zakresem mocy



## Informacje branżowe

- 24 Dni Otwarte firm: FANUC, LENZE, SCHUNK. Innowacje w zrobotyzowanej intralogistyce  
K. Zajac
- 30 Wywiad z Prezesem Zarządu Bernardem Cichockim. 55 lat rozwijania nowych technologii w KGHM ZANAM SA  
R. Klencz
- 32 Cyfryzacja polskich firm przemysłowych w dobie pandemii  
K. Zajac



**Str. 30**

55 lat rozwijania nowych technologii w KGHM ZANAM SA

## Indeks reklam

▷ ABUS .....	15	▷ NOWIMEX .....	55
▷ AREX .....	63	▷ Robotyka.pl .....	46
▷ BEFARED .....	53	▷ Rossi Polska .....	6, 13
▷ Cantoni Group .....	6, 59	▷ SANYU Sobczak .....	17
▷ CENTRUM PRODUKCYJNE PNEUMATYKI „PREMA” .....	1, 7	▷ SENOMA .....	19
▷ El-Cab .....	7, 25	▷ SEW-EURODRIVE Polska .....	21
▷ EVER .....	88	▷ SIBA Polska .....	43, 85
▷ FLUXCOM JEE .....	23	▷ Sieć Badawcza Łukasiewicz	
▷ KOMBUD .....	47	– Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL .....	35
▷ LINAK .....	57	▷ SPIROL .....	31
▷ MOJ .....	51	▷ STAUFF Polska .....	61
▷ NORD Napędy .....	29	▷ STEGO Polska .....	6

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Kompensator ciśnienia DA 284

Zmiany ciśnienia powietrza w obudowach są wynikiem wahań temperatury wewnętrznej i zewnętrznej. Podciśnienie w szafie zasysa pył i wilgoć przez uszczelki na drzwiach. W ten sposób wytwarza się kondensat, ponieważ wilgoć nie może się ulotnić. Ponadto kurz może powodować połączenia przewodzące, które mogą prowadzić do zwarcia. Jak temu zaradzić?



Nasze rozwiązanie to kompensator ciśnienia DA 284 M40 (zdjęcie). To nowy produkt STEGO, który przeciwdziała różnicy ciśnień w Twojej szafie. W przypadku nadciśnienia wewnętrzna membrana umożliwia wyprowadzenie wilgoci na zewnątrz oraz zapobiega przedostawaniu się jej, gdy powietrze przepływa przez DA 284 do wewnątrz obudowy.

Nowa wersja kompensatora ciśnienia DA 284 dla otworu 40 mm ułatwia życie.

- Montaż zatraskowy: oszczędność 80% czasu montażu\*.
- Nowa membrana: 67% szybsza kompensacja ciśnienia\*.

\* w porównaniu z podobnymi produktami.

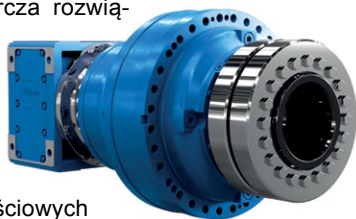
Zatraskowe lamele mocujące zapewniają łatwy montaż. DA 284 dedykowany jest do montażu w obudowach o grubości ścianki od 1 do 4 mm. Wodoodporna membrana i pierścień uszczelniający zapewniają klasę ochrony IP66.

Nowa wersja M12 kompensatora ciśnienia DA 284 wykonana jest z aluminium. Materiał wykonania chroni urządzenie wyrównujące ciśnienie przed korozją oraz utratą właściwości pod wpływem promieniowania UV i słonej wody. Dzięki swojej nowatorskiej membranie DA 284 osiąga o 80% wyższy przepływ powietrza w porównaniu do podobnych produktów.

STEGO Polska Sp. z o.o.  
[www.stego.pl](http://www.stego.pl)

### Nowy katalog przekładni planetarnych heavy duty firmy Rossi

Firma Rossi od lat dostarcza rozwiązania napędowe dla przemysłu ciężkiego, w tym wysokomomentowe przekładnie klasyczne serii H oraz planetarne serii EP.



Największe napędy o wyjściowych momentach nominalnych od ok. 1 000 000 Nm do nawet 3 000 000 Nm były wcześniej oferowane w ramach indywidualnych propozycji, opracowywanych przez zespół Rossi Engineering.

Możliwości te zostały usystematyzowane w ramach katalogu Rossi EP King series. Obejmuje on wysokomomentowe rozwiązania napędowe planetarne liniowe i kątowe oraz napędy

kombinowane, gdzie jako reduktor wejściowy wykorzystywany jest napęd klasyczny walcowy lub stożkowo-walcowy, a na wyjściu stosuje się przekładnię planetarną.

Są to jednostki cechujące się modułową budową, ułatwiającą dopasowanie napędu do konkretnej aplikacji, jak i obsługę serwisową w późniejszym okresie. Przy okazji zwraca uwagę bardzo szeroki zakres dostępnych przełożeń oraz opcji wyjścia, rodzaju wejścia oraz możliwości mocowania.

Ponadto duże znaczenie mają zwarte gabaryty i kompaktowa budowa, przy możliwych ogromnych przełożeniach (rzędu kilku tysięcy czy – w przypadku układów kombinowanych – nawet kilkudziesięciu tysięcy!) i zarazem relatywnie niskiej masie napędu.

Podobnie jak inne produkty Rossi, przekładnie te objęte są 3-letnią gwarancją producenta.

Rossi Polska Sp. z o.o.  
[www.rossi.com](http://www.rossi.com)

### Nowa seria silników przeciwwybuchowych z osłoną ognioszczelną w klasie sprawności IE3 (PREMIUM)

Celma Indukta SA, należąca do Grupy Cantoni, wprowadziła do swojej oferty nową serię silników przeciwwybuchowych z osłoną ognioszczelną w klasie sprawności IE3 (PREMIUM), spełniającą wymagania najnowszego Rozporządzenia Komisji Europejskiej UE 2019/1781 wraz z nowelizacją 2021/341 w zakresie minimalnego poziomu sprawności silników elektrycznych.



Silniki serii (E)cST(K,L)e, oferowane w zakresie mocy do 200 kW, przeznaczone są do napędu urządzeń instalowanych w pomieszczeniach i przestrzeniach (strefa 1 lub 2), w których mogą powstać mieszaniny wybuchowe palnych gazów i par cieczy z powietrzem zaliczane do grupy IIC (uwzględnia również grupy IIA i IIB), klasy temperatury T5+T1. Zapewniają wysoki stopień bezpieczeństwa – są urządzeniami kategorii 2G wg najnowszej Dyrektywy 2014/34/UE (ATEX). Spełniają wymagania najnowszych edycji norm PN-EN 60034-1, PN-EN 60079-0, PN-EN 60079-1 i PN-EN 60079-7.

Aby uzyskać więcej informacji, prosimy o kontakt.

Cantoni Motor SA, [motor@cantonigroup.com](mailto:motor@cantonigroup.com), tel. 33 813 87 00.

Na naszej stronie dostępny jest nowy katalog silników ATEX Flameproof motors.

<https://www.cantonigroup.com/pl/page/do-pobrania-katalogi-silnikow>

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

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Kompleksowa linia produkcyjna do tekstyliów jednorazowego użytku – innowacyjność w maszynie do składania poszewek

Ponad 240 poszewek w zaledwie dwie godziny. Zdolność do ciągłej pracy przez 24 h na dobę. Możliwość składania poszewek z różnych materiałów o różnych gramaturach. Maszyna składająca poszewki, wykonana przez wykwalifikowanych pracowników firmy CPP „PREMA” SA Kielce, jest jednym z wielu innowacyjnych pomysłów, które potrafią zwiększyć wydajność produkcji.



Linia do składania poszewek składa się z pięciu modułów, z których każdy jest odpowiedzialny za jedną operację technologiczną. Istnieje możliwość zamontowania różnych typów materiałów o różnej gramaturze.

Dzięki zastosowaniu dwóch listew grzejnych zachowujemy ciągłość pobierania materiału. W tym momencie materiał jest zaciskany i zgrzewany przez jedną z grzałek, a chwytak sterowany serwonapędem z regulacją odległości wysuwu podjeżdża dynamicznym ruchem pod grzałkę, chwytając materiał, następnie wyciągając go na określoną długość, którą użytkownik jest w stanie wcześniej określić z poziomu panelu sterowniczego. Gdy materiał osiągnie pożądaną długość, następną grzałką zaciska materiał z drugiej strony, zgrzewa go, a nóż znajdujący się pomiędzy listwami grzejnymi tnąc materiał. Na tym samym module po zakończeniu czynności cięcia poszewka jest składana z dwóch stron dzięki metalowym talerzom, którymi sterują pneumatyczne siłowniki.

Zaledwie parę sekund i kilka metrów linii produkcyjnej potrzebne jest, aby otrzymać gotową poszewkę, co w przeliczeniu na cały dzień pracy daje pokaźną sumę pakietów gotowego wyrobu.

Dzięki współpracy wykwalifikowanych inżynierów oraz powstawaniu maszyn i całych linii produkcyjnych jak wspomniana powyżej produkcja zostaje usprawniona, a dostęp do dużej ilości i wielu rodzajów produktów jest ułatwiony na całym świecie. Firmy są w stanie w większym tempie produkować, magazynować i szykować do transportu produkty.

Innowacyjne pomysły oparte na automatyzacji produkcji należy postrzegać jako przyszłość, w którą warto inwestować.

**CENTRUM PRODUKCYJNE PNEUMATYKI „PREMA” SA**  
www.prema.pl

### Moduł 18plus

Kablowanie linii zasilających i sygnałowych w sposób pozwalający zaoszczędzić miejsce staje się coraz ważniejsze dla projektantów instalacji i systemów elektrycznych, ponieważ tendencja jest taka, aby rozdzielnie elektryczne i skrzynki sterownicze były coraz bardziej kompaktowe ze względu



na postępującą decentralizację całej technologii automatyki. Istotną rolę będzie również odgrywać znaczna redukcja kosztów całej dystrybucji zasilania, w tym okablowania w szafie sterowniczej.

Moduł 18plus jest doskonałym rozwiązaniem i odpowiedzią na powyższe zapotrzebowanie rynku.

Moduł 18plus to kompaktowe rozwiązanie okablowania dla wszystkich linii obciążenia i sygnałowych napięcia sterującego 24 V DC – bez względu na to, czy chodzi o zdecentralizowaną dystrybucję mocy czy o scentralizowane koncepcje instalacji. System obsługuje różne wyłączniki ET-A i zabezpieczenia nadprądowe oraz posiada kompletny system montażu i dystrybucji zasilania z najnowocześniejszą technologią wtykową do montażu na szynie DIN.

Moduł 18plus może być używany w połączeniu z następującymi złączami zabezpieczającymi przed przeciążeniem:

- wyłącznik termomagnetyczny 2210-S;
- wyłączniki elektroniczne ESS30-S003;
- zabezpieczenia obwodów elektronicznych ESX10-103, ESX10-S103.

**EI-Cab Sp. z o.o.**  
www.el-cab.com.pl

reklama

Które wydanie  
miesięcznika  
jest dla Ciebie?

1/2022

Automatyka i robotyka

2/2022

Efektywność w energetyce

3/2022

Technologie 3D

# Argumenty przemawiające za automatyzacją procesów produkcyjnych i przykłady jej realizacji

Jednym z kluczowych wyznaczników innowacyjności procesu produkcyjnego jest stopień jego automatyzacji.

**A**utomatyzacja procesów wytwarzania to coraz popularniejszy kierunek rozwoju firm produkcyjnych. Rosnące zapotrzebowanie w tym obszarze sumuje w jednym miejscu kompleksowe wsparcie od projektu po wykonanie i rozmieszczenie stanowisk automatyzacji produkcji.

Zwiększanie zdolności produkcyjnej, a tym samym wydajności, poprzez automatyzację procesów produkcyjnych jest oczywistą drogą. Możliwe jest to jedynie wówczas, gdy przedsiębiorstwo dysponuje odpowiednio wykwalifikowaną kadrą pracowniczą, zmotywowaną do osiągnięcia wyznaczonych jej zadań, oraz posiada właściwe systemy planowania produkcji. Trzeba mieć świadomość, że nowoczesny park maszynowy i dobrze zarządzany zespół ludzi mogą nie wystarczyć do tego, aby została zwiększona wydajność produkcji i efektywność szeroko rozumianego procesu dostarczania wartości dla klienta. Zaplanowanie optymalnego wykorzystania tych dwóch kluczowych zasobów powinno również uwzględniać chociażby właściwy poziom zapasu materiałów w czasie.

Zautomatyzowane systemy produkcyjne są coraz powszechniej wprowadzane w zakładach producentów. Wykonują kompleksowo takie operacje, jak przetwarzanie, montaż, inspekcja czy przeladunek materiałów. W niektórych przypadkach wykonują więcej niż jedną



z tych operacji w tym samym procesie produkcyjnym ze zmniejszonym poziomem uczestnictwa ludzi w porównaniu z odpowiednim procesem ręcznym.

Firmy produkujące podejmują projekty z zakresu automatyzacji produkcji z ważnych powodów wymienionych poniżej.

## Zwiększenie produkcji i wydajności pracy

Operatorzy zautomatyzowanych linii produkcyjnych otrzymują gotowe rozwiązania, pozwalające w łatwy i przystępny sposób sterować procesami z poziomu paneli operatorskich. Automatyzacja procesu produkcji zwykle zwiększa szybkość produkcji i wydajność pracy. Brak konieczności wykonywania operacji manualnych jest jedną z podstawowych zalet tej technologii.

## Krótszy czas finalizacji produkcji

Wysoka efektywność pracy urządzeń sterowanych automatycznie również

znacznie przyspiesza pracę, skracając czas, jaki upływa między zamówieniem klienta a dostawą produktu, zapewniając producentowi przewagę konkurencyjną w przypadku przyszłych zamówień. Dzięki skróceniu czasu produkcji producent zmniejsza również zapasy w trakcie produkcji, a seryjna produkcja pozwala na osiągnięcie wyjątkowo szybkich czasów realizacji zleceń.

## Precyzja działania

Automatyzacja nie tylko powoduje wyższe tempo produkcji niż operacje ręczne. Przyczynia się również do poprawy parametrów procesu produkcyjnego pod kątem powtarzalności produkowanych komponentów oraz ich zgodności ze specyfikacją jakościową. Dzięki temu możliwe jest zaplanowanie dokładności wytwórczej danej partii materiału lub wyrobu. Zmniejszenie współczynnika wadliwych produktów jest jedną z głównych zalet automatyzacji.



### Bezpieczeństwo kadry produkcyjnej

Dzięki automatyzacji ciągów produkcyjnych minimalizujemy błędy ludzkie, a także zagrożenia wynikające z wykonywanych prac przez pracowników. Zwiększamy bezpieczeństwo pracowników, stosując normy bezpieczeństwa i higieny pracy. W celu eliminacji lub ograniczenia wpływu potencjalnych zagrożeń pochodzących ze strony urządzeń stosuje się wyłączniki nadmiarowoprądowe w układzie zasilania, bezpieczne zasilanie, układy bezpieczeństwa, piktogramy, a także osłony mechanizmów i bariery fizyczne.

### Obniżenie kosztów pracy

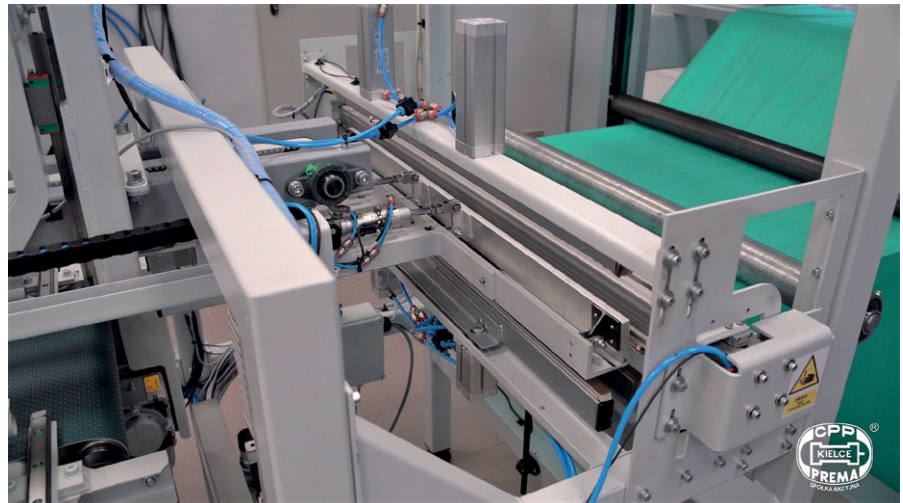
Stale rosnące koszty pracy są faktem i utrzymującą się tendencją w społeczeństwach uprzemysłowionych na świecie. W rezultacie wyższe nakłady na automatyzację procesów produkcji części stały się ekonomicznie uzasadnione, aby zastąpić operacje ręczne. Maszyny coraz częściej i skuteczniej zastępują pracę ludzi, aby obniżyć jednostkowy koszt produktu. Stanowi to istotny impuls do automatyzacji procesów.

### Zmniejszenie ilości zadań manualnych

Dosyć istotną zaletą automatyzacji jest to, że najłatwiej poddają się jej operacje monotonne czy męczące. Wynika to z faktu, że w tego typu czynnościach stosunkowo mały jest udział ludzkiego umysłu na rzecz wkładu czysto fizycznego. Dobrym przykładem jest proces obróbki CNC setek tysięcy jednakowych elementów metalowych. Ze względu na dużą powtarzalność czynności podczas takiej produkcji łatwo można je wszystkie powierzyć maszynie. Automatyzacja takich zadań służy poprawie ogólnego poziomu warunków pracy.

### Umożliwienie realizacji procesów, których nie można wykonać ręcznie

Niektórych procesów nie można wykonać bez pomocy maszyny. Operacje te mają wymagania dotyczące precyzji, miniaturyzacji lub złożoności geometrii, których nie można osiągnąć manualnie. Niezwykle precyzyjne maszyny



pozwalają na wykonywanie najbardziej wymagających geometrycznie detali.

**Wdrażanie automatyzacji procesów produkcyjnych stanowi wyzwanie ostatnich lat dla większości firm z branży produkcyjnej. Dzięki temu możliwe jest dostarczanie klientom wyrobów o coraz wyższej jakości w konkurencyjnych cenach.**

Głównym filarem działalności **Centrum Produkcyjnego Pneumatyki „PREMA” SA** jest projektowanie i produkcja elementów hydrauliki, pneumatyki siłowej i sterującej, mającej zastosowanie przy mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych w wielu gałęziach przemysłu.

Spółka w swojej bogatej ofercie dodatkowo świadczy usługi automatyzacji produkcji oraz budowy maszyn specjalnego przeznaczenia, biorąc pełną odpowiedzialność za każdą z faz projektu. Szeroka gama wyrobów oraz współpraca z renomowanymi producentami podzespołów i elementów automatyki umożliwia budowę układów sterowania ściśle dostosowanych do wymagań klienta.

Działalność koncentruje się na kompleksowej obsłudze klientów w **zakresie systemów automatyki, pneumatyki, robotyki oraz napędów elektrycznych**. Rozwój firmy jest oparty na dążeniu do maksymalnej satysfakcji klienta, który ma otrzymywać nowoczesne i niezawodne w działaniu projekty, a najwyższa jakość wykonania zapewniona jest dzięki wdrożeniu i stosowaniu Systemu Zarządzania Jakością zgodnego z wymogami normy ISO 9001:2015.

Dział automatyzacji produkcji zajmuje się konstruowaniem oraz budowaniem maszyn i linii produkcyjnych zgodnie z oczekiwaniami klientów. Specjalizuje się w doborze najlepszych rozwiązań dla danego procesu produkcji i w kompleksowej obsłudze w zakresie automatyki, pneumatyki i robotyki.

Dzięki automatyzacji ciągów produkcyjnych minimalizujemy błędy ludzkie, a także zagrożenia wynikające z prac wykonywanych przez pracowników. Operatorzy zautomatyzowanych linii produkcyjnych otrzymują gotowe rozwiązania, pozwalające w łatwy i przystępny sposób sterować procesami z poziomu paneli operatorskich. Zwiększamy bezpieczeństwo pracowników, stosując normy bezpieczeństwa i higieny pracy. W celu eliminacji lub ograniczenia wpływu potencjalnych zagrożeń pochodzących ze strony urządzeń stosujemy wyłączniki nadmiarowoprądowe w układzie zasilania, bezpieczne zasilanie z napięciem 24 V DC, układy bezpieczeństwa z przyciskami „stop awaryjny”, piktogramy, a także osłony mechanizmów i bariery fizyczne.

Kadra pracownicza działu automatyzacji, w której skład wchodzi konstruktorzy i automatycy, w sposób fachowy szuka dogodnych rozwiązań dla danego procesu produkcyjnego i wymagań klienta. Oferujemy zarówno całe linie, jak i pojedyncze urządzenia do zadań specjalnych. Nie boimy się podejmować wyzwań, dlatego prowadzimy również realizację maszyn prototypowych. Nasz dział oferuje także usługi serwisowe,



w tym modernizacje i naprawy już istniejących linii produkcyjnych oraz instalacji i układów sterowania. Zajmujemy się także projektowaniem systemów automatyki przemysłowej. Do zadań automatyków należy programowanie sterowników PLC i HMI.

Podczas realizacji zamówień bazujemy na wyrobach własnych, tzn. wykorzystujemy siłowniki pneumatyczne i hydrauliczne własnej produkcji, zawory rozdzielające i przepływowe, a także elementy przygotowania sprężonego powietrza. Oprócz szerokiej gamy naszych wyrobów wybieramy produkty od renomowanych producentów podzespołów i elementów automatyki, by układy sterowania ściśle dostosować do wymagań klienta.

### Realizacje automatyzacji produkcji CPP „PREMA” SA:

- linia produkcyjna do składania włókniny;
- linia produkcyjna do klejenia palet tekturowych;
- urządzenie do naklejania etykiet;

- urządzenia do obrotu i testowania drzwi;
- systemy przenośników taśmowych/rolkowych;
- znakowarki laserowe oraz mniejsze bufory detali;
- kompleksowa linia produkcyjna do tekstyliów jednorazowego użytku.

**Kompleksowa linia produkcyjna do tekstyliów jednorazowego użytku** to możliwość składania poszewek z różnych materiałów o różnych gramaturach. Maszyna składająca poszewki, wykonana przez wykwalifikowanych pracowników firmy CPP „PREMA” SA, jest jednym z wielu innowacyjnych pomysłów, które potrafią zwiększyć wydajność produkcji w firmie.

Dzięki innowacyjności w maszynie do składania poszewek odbywa się produkcja ponad 240 poszewek w zaledwie godzinę, a jej zdolność do ciągłej pracy to 24 h na dobę.

Linia do składania poszewek składa się z pięciu modułów, z których każdy jest odpowiedzialny za jedną operację

technologiczną. Istnieje możliwość zamontowania różnych typów materiałów o różnej gramaturze. Na pierwszym module jesteśmy w stanie załadować materiał, z jakiego będą składane nasze przyszłe poszewki, które jak na razie są tylko materiałem nawiniętym na belkę. W celu uformowania zakładki niezbędnej do wykonania poszewki między materiałem a grzałkami została zamontowana metalowa poprzeczna blaszka. To na niej materiał jest zawijany w zakładkę. Dzięki temu, że element stalowy ma zakres regulacji lewo – prawo, można operować docelową szerokością zakładki. Dodatkowym elementem jest pływający wałek, który kompensuje naciąg materiału, by nie pozwolić zakładce na rozwinięcie się.

W następnym kroku materiał trafia do najważniejszej części naszej maszyny. Dzięki zastosowaniu w drugim module dwóch listew grzejnych zachowujemy ciągłość pobierania materiału. W tym momencie materiał jest zaciskany i zgrzewany przez jedną z grzałek, a chwytak sterowany serwonapędem z regulacją

odległości wysuwu podjeżdża dynamicznym ruchem pod grzałkę, chwytając materiał, a następnie wyciąga go na określoną długość, którą użytkownik jest w stanie wcześniej określić z poziomu panelu sterowniczego. Gdy materiał osiągnie pożądaną długość, następna grzałka zaciska materiał z drugiej strony, zgrzewa go, a nóż znajdujący się pomiędzy listwami grzejnymi tnąc materiał. Na tym samym module po zakończeniu czynności cięcia poszewka jest składana z dwóch stron dzięki „metalowym talerzom”, którymi sterują pneumatyczne siłowniki. Kolejnym krótkim krokiem w trzecim module linii jest składanie naszej poszewki w pół i jej transport na dalszą część linii.

W czwartym etapie, podczas transportu materiału na przenośniku taśmowym, dzięki użyciu jonizatora złożona poszewka zostaje pozbawiona ładunku elektrycznego, przez co materiał nie elektryzuje się podczas składowania na stosie. Piątym członem, którym są dwie zsynchronizowane windy poruszające się góra – dół, stopy gotowych poszewek są kompletowane w pakiety gotowego wyrobu i mogą być pakowane bezpośrednio za linią produkcyjną.

Zaledwie parę sekund i kilka metrów linii produkcyjnej potrzebne jest, aby otrzymać gotową poszewkę, co w przeliczeniu na cały dzień pracy daje okazałą sumę pakietów gotowego wyrobu.

Dzięki współpracy wykwalifikowanych inżynierów oraz powstawaniu maszyn i całych linii produkcyjnych, jak opisana powyżej, produkcja zostaje usprawniona, a dostęp do dużej ilości i wielu rodzajów produktów jest ułatwiony na całym świecie. Firmy są w stanie w większym tempie produkować, magazynować i szykować do transportu produkty potrzebne do budowy, produkty spożywcze i wiele innych.

**Innowacyjne pomysły oparte na automatyzacji produkcji należy postrzegać jako przyszłość, w którą warto inwestować.**

Swoje usługi świadczymy dla różnorodnych branż przemysłowych, m.in. dla przemysłu górniczego, kolei, spożywczego, odzieżowego, a także medycznego, którego zapotrzebowanie w ostatnim czasie wzrosło kilkukrotnie i jest niezwykle ważne w czasie pandemii.



Automatyzacja produkcji to poszukiwanie maksymalnie efektywnego, bezpiecznego środowiska pracy, w którym dzięki dobrze dobranym maszynom będzie przeprowadzany proces produkcyjny. Główną zaletą jest wyeliminowanie czynnika ludzkiego, co usuwa błędy i poprawia wydajność. Oprócz powyższego, automatyzacja daje możliwość zredukowania ilości wykorzystywanych zasobów i odpadów produkcyjnych, ochrony zdrowia pracowników dzięki wyeliminowaniu kontaktu z substancjami niebezpiecznymi oraz wzrost komfortu pracy operatorów. Proces natomiast zachowuje powtarzalność wyrobów, może być prowadzony niezależnie od pory dnia i zostać dostosowany do aktualnych potrzeb produkcji.

Maszyny mogą służyć nie tylko do poprawy jakości i powtarzalności, ale również do montażu, transportu, pakowania czy paletyzacji. Odpowiednie usytuowanie czujników i prawidłowe sterowanie pozwalają w pełni kontrolować proces produkcyjny.

Automatyzacja procesów produkcyjnych powinna być przemyślanym i prowadzonym kompleksowo procesem. Jego początkowe etapy są tymi najważniejszymi. Należy w pierwszej kolejności dokładnie przeanalizować obecnie stosowane metody produkcji i zidentyfikować jego najważniejsze problemy. Pomocne będzie obliczenie, jakich kosztów wymagało dotychczas produkowanie dóbr. Umożliwi to ocenę opłacalności automatyzacji oraz oszacowanie, kiedy zaczną przynosić zyski.

Należy starannie dobierać urządzenia, które mają służyć automatyzacji, i zadbać o odpowiednią konstrukcję łańcucha produkcyjnego. Żadne z tych zadań nie jest łatwe, a wszelkie decyzje muszą być poparte solidną analizą. Wszystko to sprawia, że automatyzacja procesów produkcji nie jest prosta. Przeprowadzona prawidłowo zapewni jednak natychmiastowe korzyści, a ponadto szybki zwrot zainwestowanych środków.

Posiadając wieloletnie doświadczenie i wychodząc naprzeciw problemom zgłaszanym przez klientów, jesteśmy w stanie sprostać stawianym przed naszym zespołem wyzwaniom i zaprojektować rozwiązanie zadowalające naszych inwestorów. ■

Więcej o ofercie polskiego producenta  
CENTRUM PRODUKCYJNE PNEUMATYKI  
„PREMA” SA na [www.prema.pl](http://www.prema.pl).



Centrum Produkcyjne Pneumatyki  
„PREMA” Spółka Akcyjna  
ul. Wapiennikowa 90  
25-101 Kielce  
tel. 41 361 95 24  
fax 41 361 91 08  
[www.prema.pl](http://www.prema.pl)

# Optymalizacja napędu przenośników z wykorzystaniem motoreduktorów Rossi

Firma Rossi już od blisko 70 lat dostarcza rozwiązania napędowe dla najbardziej wymagających zastosowań przemysłowych. Oferta obejmuje bardzo szeroki asortyment przekładni, silników i motoreduktorów, zawarty w 17 katalogach produktowych.

Jedną z wiodących grup produktowych Rossi są przekładnie walcowe płaskie oraz walcowo-stożkowe serii G.

W stosunku do wyrobów konkurencji wyróżniają się one zwartą budową, uniwersalnym korpusem oraz najlepszym na rynku stosunkiem przenoszonych momentów obrotowych do masy napędu.

Najważniejsze cechy konstrukcyjne:

- uniwersalne wykonanie do montażu łapowego lub kołnierowego, dzięki czemu taki sam napęd można zamocować w pozycji normalnej lub odwróconej, a także po lewej lub po prawej stronie maszyny – co ułatwia unifikację napędów). Cecha ta została z powodzeniem wykorzystana na prezentowanym poniżej przykładzie;
- sztywny korpus monolityczny (monoblok) wykonany z żeliwa dla wszystkich wielkości mechanicznych;
- w przypadku motoreduktorów – silniki kołnierowe wg standardu IEC, co daje prosty montaż oraz ułatwiony późniejszy serwis napędów;
- relatywnie lekkie korpusy, wzmocnione wewnętrznym ożebrowaniem.

Katalog obejmuje ponadto szereg dodatkowych opcji: jak np. akcesoria, specjalne opcje wyjścia, wzmocnione powłoki lakierownicze, wykonania do niskich temperatur, do otoczenia silnie zapyłonego czy też strefy ATEX. Istnieje również możliwość wykonań pozakatalogowych.

Ciekawym zastosowaniem motoreduktorów stożkowo-walcowych Rossi są napędy ciężkich samobieżnych przenośników taśmowych. Przenośniki te zaprojektowano jako jednostki mobilne, mogące funkcjonować również jako przenośniki zakręzne, o zmiennym kącie nachylenia oraz płynnie regulowanej długości. Koncepcję tę zrealizowano jako *de facto* dwa sprzężone ze sobą przenośniki na wspólnym podwoziu, z przesypem pośrednim. Wysuw dolnego przenośnika realizowany jest z wykorzystaniem wolnoobrotowego napędu Rossi (motoreduktor planetarny serii EP), co gwarantuje niezawodność przy zachowaniu kompaktowych gabarytów jednostki napędowej.

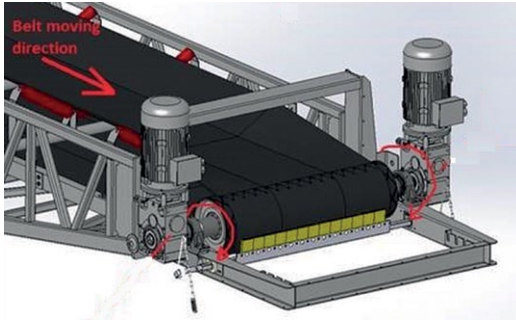
Ważnym aspektem przy projektowaniu maszyny było zachowanie sztywności oraz stabilności konstrukcji przy możliwie



Rys. 1. Ciężki przenośnik samobieżny – w trakcie przejazdu oraz gotowy do pracy

najniższej masie. Kluczową kwestią była również masa napędów, których instalacja na końcu wyniesionego wysuwnego modułu przenośnika generuje znaczne obciążenia oraz siły gnące. Dla zachowania stabilności konstrukcji oraz ograniczenia sił skrętnych producent maszyny zdecydował się na napęd w układzie podwójnym (tzw. *dual-drive*).

Niezwykle przydatne okazały się tutaj rozwiązania oferowane przez Rossi, a ściślej motoreduktory kątowe serii G, posiadające zwarte gabaryty oraz bardzo dobre parametry pracy przy relatywnie niskiej masie – najniższej w stosunku do przenoszonego momentu obrotowego spośród rozwiązań napędowych wiodących producentów. Co więcej, symetryczne korpusy przekładni przyniosły jeszcze jedną korzyść: IDENTYCZNE jednostki zastosowano zarówno po stronie lewej, jak i prawej (łącznie



Rys. 2. Motoreduktory Rossi wykorzystane w układzie podwójnym



Rys. 3. Napędy Rossi w układach podwójnych na przenośnikach taśmowych

4 × napęd 30 kW). Wszystkie jednostki zostały też wyposażone w blokadę ruchu powrotnego, tzw. *back-stop*.

Pełna unifikacja napędów dała korzyści zarówno producentowi maszyny (prostszy montaż, ograniczenie ryzyka ewentualnej pomyłki), jak i użytkownikowi (potrzebna tylko jedna jednostka serwisowa napędu).

To wygodne konstrukcyjnie rozwiązanie, w pełni sprawdza się również od strony użytkowej. Stąd też producent urządzenia stosuje je również w przypadku innych rodzajów przenośników o mocach od 2 × 22 kW do 2 × 75 kW.

Rozwiązania napędowe Rossi sprawdzają się podczas wieloletniej eksploatacji w różnorodnych, często bardzo wymagających zastosowaniach w Polsce i na świecie. W powiązaniu z konkurencyjnymi parametrami technicznymi oraz wysoką jakością wykonania, popartą trzyletnią gwarancją producenta, stanowi to najlepszą rekomendację dla ich stosowania. ■

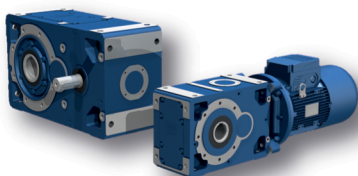
Zapraszamy do współpracy!

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

reklama



Zdrowych,  
wesołych Świąt,  
szczęśliwego Nowego Roku



Życzymy Świąt Bożego Narodzenia wypełnionych szczęściem i zdrowiem, niosących spokój i rodzinne ciepło. Samych radosnych chwil oraz wielu sukcesów w nadchodzącym nowym roku. Pragniemy również serdecznie podziękować naszym Partnerom i Przyjaciółom za zaufanie oraz kolejny rok owocnej współpracy.

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

  
**Rossi**  
Habasit Group

# Poprawa jakości energii i eliminacja zaburzeń elektroenergetycznych

Michał Przybylski

We wszelkich obszarach działalności człowieka wykorzystywane są powszechnie urządzenia elektryczne. Dla zapewnienia ich prawidłowej pracy niezbędne jest dostarczenie im energii elektrycznej o ściśle określonych parametrach.

Podstawowymi parametrami określającymi jakość energii elektrycznej są: wartość i częstotliwość napięcia, odkształcenia przebiegu napięcia (odkształcenia od przebiegu sinusoidalnego) oraz ciągłość zasilania. Jakość energii elektrycznej bezpośrednio wpływa na bezpieczeństwo, niezawodność i poprawność funkcjonowania zasilanych urządzeń, jak też ciągłość realizacji procesów produkcyjnych.

Do najczęściej występujących zaburzeń w sieciach elektroenergetycznych należą: zaniki napięcia (krótkotrwałe bądź długotrwałe), wahania wartości napięcia (wzrosty lub spadki napięcia), przepięcia (krótkotrwałe impulsy wysokonapięciowe), wahania częstotliwości napięcia oraz odkształcenia przebiegu napięcia (wyższe harmoniczne). Wraz z rozwojem

osprzętu elektrycznego, elektronicznego i informatycznego wzrasta niebezpieczeństwo powstawania i oddziaływania zaburzeń. Typ oraz charakter powstających i oddziałujących zaburzeń zależy od wykorzystywanych urządzeń. Układy, w których zachodzą częste stany łączeniowe elementów biernych (cewek i kondensatorów), mogą mieć tendencje do generowania przepięć

(powstających w stanach przejściowych) szczególnie groźnych dla pracy podzespołów elektronicznych (półprzewodnikowych). Występujące w układach elementy o silnych nieliniowościach sprzyjają powstawaniu odkształceń sygnałów napięciowych i prądowych (generowaniu wyższych harmonicznych). Odkształcenia przebiegu napięciowego niekorzystnie wpływają na pracę urządzeń. Mogą powodować powstawanie dodatkowych strat mocy, przegrzewanie się podzespołów oraz przewodów neutralnych oraz przedwczesne starzenie się urządzeń.



Pewność i jakość dostarczanej do odbiorników energii można zwiększyć za pomocą różnych środków technicznych. Jednym ze sposobów poprawy jakości i pewności zasilania elektrycznego jest wykorzystanie systemów zasilania gwarantowanego z podwójnym przetwarzaniem energii (UPS online) na przykład UPS EVER POWERLINE GREEN 33 PRO. Dzięki zastosowaniu takiego rozwiązania osiąga się:

- poprawę wartości, częstotliwości i kształtu napięcia dostarczanego do zabezpieczanych odbiorników, co korzystnie wpływa na ich warunki funkcjonowania;
- wyeliminowanie oddziaływania przenoszonych przez przewodzenie zaburzeń sieciowych (powstających w wyniku podłączenia do wspólnej sieci przez innych odbiorców obciążeń nieliniowych, niesymetrycznych bądź wielokrotnie przełączanych);
- wzrost pewności, niezawodności dostarczania do odbiorników energii elektrycznej o określonej jakości (również w przypadkach zaników zasilania sieciowego).

Wszystkie te elementy wpływają bezpośrednio na poprawę jakości i niezawodności zasilania elektrycznego zabezpieczanych odbiorników, a zatem na poprawę bezpieczeństwa. Ważne jest również to, że energia dostarczana w czasie normalnej pracy (sieciowej) przez UPS (online) do odbiorników jest o lepszej jakości niż energia sieciowa, a zatem systemy zasilania gwarantowanego poprawiają warunki pracy zasilanych urządzeń, a dodatkowo ograniczają ich negatywne oddziaływanie na sieć zasilającą.

Michał Przybylski, Inżynier Wsparcia Technicznego, EVER Sp. z o.o.

www.ever.eu

# Odpowiedni dobór suwnicy ABUS usprawnia procesy produkcji i obniża koszty budowy hali

Ruland Engineering & Consulting Sp. z o.o. jest przedsiębiorstwem międzynarodowym, działającym na globalnym rynku urządzeń przemysłu spożywczego od 27 lat. Jako firma inżynierska specjalizuje się w płynach, dostarczając nowoczesne rozwiązania dedykowane dla branży napojowej, sokowej oraz browarniczej.

Jako niezależna jednostka, Ruland w Polsce świadczy usługi w sposób kompleksowy – począwszy od prowadzenia konsultacji w zakresie inżynierii procesowej, poprzez projektowanie i produkcję urządzeń oraz ich montaż, aż po uruchomienie całej instalacji w zakładzie Klienta i jej dalszy serwis. Firma w swoim bogatym portfolio może pochwalić się realizacjami dla największych marek spożywczych rynku europejskiego, azjatyckiego, afrykańskiego i południowoamerykańskiego.

W swoich projektach Ruland łączy innowacyjność myśli technologicznej z najwyższą jakością dostarczanych urządzeń, wspierając Klienta w wyborze optymalnych rozwiązań na każdym etapie projektu.

## Jakość i współdzielenie wartości jako kryterium doboru partnerów biznesowych

Realizując plan rozwoju, Ruland zdecydował się na rozbudowę bazy produkcyjno-magazynowej w Polsce.

W wyniku procesu inwestycyjnego Ruland Tychy zyskał dodatkowe 1300 m<sup>2</sup> powierzchni, zwiększając swoje możliwości

produkcyjne i poprawiając komfort pracy zatrudnionych osób. Na etapie projektowania hali Ruland w sprawie doboru suwnic zwrócił się do swojego długoletniego partnera, firmy **ABUS Crane Systems Polska**, spółki córki niemieckiego producenta urządzeń dźwignicowych ABUS Kransysteme GmbH. Dotychczas użytkowane wciągarki łańcuchowe oraz linowe okazały się niezawodne, co było naturalnym kierunkiem wyboru ABUS jako dostawcy nowych jednodźwigarowych suwnic pomostowych.

## Optymalizacja kosztów poprzez odpowiedni dobór suwnicy

Inżynierowie sprzedaży urządzeń dźwignicowych ABUS, wiedząc, że w nowo powstałej hali będą produkowane wielkogabarytowe elementy zbiorników, zaproponowali zastosowanie dwóch suwnic jednodźwigarowych typu ELK o udźwigu 10 ton i rozpiętości 25 metrów. Dźwignice wykorzystują tzw. trzeci wariant połączenia czołownic z dźwigarem suwnicy. Przy takim założeniu dolny pas mostu suwnicy znajduje się na tej samej wysokości co głowka szyny jezdnej, pozwalając tym samym na optymalne wykorzystanie kubatury hali i znaczne obniżenie kosztów inwestycji. Dzięki tak skonstruowanej suwnicy uzyskano również mniejsze odległości dojazdowe wózka wciągarki linowej.

Duży prześwit pod suwnicą jest niezbędny ze względu na znaczne zróżnicowanie wysokości produkowanych urządzeń oraz zdecydowanie ułatwia załadunek i rozładunek TIR-ów oraz kontenerów bezpośrednio na hali produkcyjnej.

reklama



## NOWE STACJE SERWISOWE JESZCZE BLIŻEJ / JESZCZE SZYBCIEJ



serwis@abuscranes.pl

32 338 66 30

www.abuscranes.pl

**ABUS**  
CRANE SYSTEMS POLSKA

Podnoszenie i obracanie dużych ładunków stanowi szczególne wyzwanie dla operatora suwnicy, dlatego mając na uwadze m.in. bezpieczeństwo pracy, ABUS Crane Systems Polska zalecił wyposażenie suwnic w sterowanie radiowe ABURemote. Pozwala ono na pełną kontrolę nad transportowanym ładunkiem, odbywającą się z bezpiecznej dla operatora odległości, wpływając również na sprawność całego procesu. Operacje, które musiały być wykonywane z użyciem żurawia kołowego, realizowane są aktualnie przez suwnice. Pozwoliło to na znaczne skrócenie czynności związanych z załadunkiem i rozładunkiem urządzeń, a także wpłynęło na poprawę bezpieczeństwa pracy.

Dodatkowym wyposażeniem suwnic jest redundantny fotooptyczny system antyzbliżeniowy dystansujący je względem siebie na odległość 6 metrów. Zastosowanie systemu pozwala na znaczne oszczędności przy budowie hali, wpływając na redukcję obciążeń przekazywanych przez dźwignicę na konstrukcję,

obniżając tym samym zużycie stali oraz zmniejszając gabaryty fundamentów. Faktem jest zatem, że zastosowanie suwnic ABUS usprawnia procesy transportu wewnątrzzakładowego i obniża koszty budowy obiektu.

Do chwili powstania tego artykułu proces inwestycyjny spółki RULAND Engineering & Consulting Sp. z o.o. został zakończony, a osiągnięte parametry produkcji w nowym zakładzie potwierdzają, że wybór spółki ABUS jako dostawcy urządzeń dźwignicowych był słuszny. ■

# ABUS

ABUS Crane Systems Polska Sp. z o.o.

e-mail: info@abuscranes.pl

www.abuscranes.pl

### WYDARZENIA

#### ● Rynek robotyzacji pojazdów autonomicznych

Verified Market Research opublikowało raport „Autonomous Mobile Robot Market”. Według analityków firmy wielkość światowego rynku robotyzacji pojazdów autonomicznych w 2020 roku została wyceniona na 2,1 miliarda dolarów i ma osiągnąć poziom 8,7 miliarda dolarów do 2028 roku przy wzroście rocznym na poziomie 18,7% w latach 2021–2028.

Robotyzacja pojazdów autonomicznych umożliwi wykorzystanie inteligentnych aplikacji, łącząc ze sobą urządzenia komputerowe, cyfrowe i mechaniczne w celu automatycznego przesyłania danych z pojazdów. Rozwój IoT w branży motoryzacyjnej pozwala dostarczać dane w czasie rzeczywistym.

Rosnące zapotrzebowanie na inteligentne urządzenia instalowane w samochodach oraz rozprzestrzenianie się zaawansowanych systemów wspomaganie kierowcy to czynniki napędzające wzrost rynku. Dodatkowo wprowadzenie przez rząd rygorystycznych przepisów dotyczących telematiki znacznie przyczynia się do rozrastania się sektora. Pozytywne perspektywy dla rynku rysują się także w wyniku zaistnienia potrzeby generowania dla użytkowników ostrzeżeń o incydentach i ruchu

w czasie rzeczywistym. Z drugiej strony niewystarczający zasięg łączności internetowej oraz koszty związane z wdrożeniem hamują rozwój sektora.

W wyniku światowego wzrostu średniego dochodu w przeliczeniu na mieszkańca zautomatyzowane systemy i usługi informacyjno-rozrywkowe w pojazdach stają się w coraz większym stopniu ich integralną częścią. Ludzie oczekują, że ich cyfrowy styl życia zostanie przeniesiony na samochód i to z pomocą motoryzacyjnych technologii Internetu Rzeczy.

Największymi graczami rynkowymi według Verified Market Research są: Locus Robotics, Cimcorp Automation, Omron Adept, Aviation Industry, Clearpath Robotics, General Atomics Aeronautical Systems, Hi-Tech Robotic Systemz, Softbank Robotics, SMP Robotics oraz Aethon.

Źródło: globenewswire

#### ● Polskie algorytmy oparte na DNA

Badacze z Politechniki Gdańskiej i australijskiego Uniwersytetu w Newcastle pod przewodnictwem profesora Edwarda Szczerbickiego opracowali algorytmy oparte na DNA, które można wykorzystać do przetwarzania danych w różnych obszarach życia i przemysłu, a obecnie skutecznie działają w sektorach motoryzacji i bankowości.

W tym momencie naukowcy pracują nad aplikacją, która wykorzysta ich podejście w dziedzinie doradztwa w różnych aspektach życia związanych, na przykład z planami dotyczącymi pracy lub rodziny. Jej użytkownik otrzyma unikalny plan działania na bazie wypełnionego uprzednio przez siebie szczegółowego kwestionariusza.

Technologia decyzyjnego DNA może wspomagać podejmowanie decyzji niemal w każdym obszarze. Dotychczas udało się dzięki niej znaleźć optymalne miejsca na instalacje geotermalne w Australii, odpowiedni czas serwisowania samochodów w Hiszpanii, a także zapewnić wsparcie w zakresie decyzji kredytowych i inwestycyjnych w polskim sektorze bankowym.

System ma duży potencjał do zastosowania także w medycynie, np. w predykcyjnej diagnostyce Alzheimerera. Pozwala przetwarzać ogromne ilości danych, które płyną szerokim strumieniem także ze strony wciąż rozprzestrzeniającego się Internetu Rzeczy.

Technologia DNA, sprowadzająca się do zarządzania wiedzą i danymi, swoją nazwę zawdzięcza mechanizmom, które biologiczne DNA wykorzystuje w ramach swojego funkcjonowania w organizmach żywych.

Źródło: pap



# SANYU – falownik solarny / ładowarka SPV18 VPM off grid na działce rekreacyjnej i ROD

Marcin Szewczyk

## SPV18 VPM w służbie działkowcom

Ostatnie kilka lat wymusiło na nas bardziej elastyczne podejście do sfery wypoczynku i rekreacji. Pewne ograniczenia, które wydają się naturalnym następstwem życia w pandemii, narzucają poszukiwanie innych form wypoczynku.

Od kilku lat mamy do czynienia z ogromnym boorem na działki rekreacyjne i działki ROD – pomimo swoistego przyzwyczajenia do nowej sytuacji zapotrzebowanie nie słabnie. Wskutek większego zainteresowania, ale także inflacji oraz pokazanego portfela i trendu EKO, działki osiągają niebotyczne ceny.

Działki często nie są wyposażone w niezbędne media. Przyłączenie energetyczne to koszty, formalności i czas, do tego coraz częstszy *blackout* – wszystko to powoduje, że własna elektrownia staje się niejednokrotnie jedyną alternatywą.

Czy potrafimy sobie wyobrazić życie całkowicie bez smartfону, skrolowania Facebooka bez wieczornego oświetlenia czy zautomatyzowanego prania?

Falownik/ładowarka solarna SPV18 VPM oprócz możliwości pracy awaryjnej na podłączonym akumulatorze może zostać zasilona z kolektorów słonecznych (PV) i stać się małą elektrownią solarną ładującą jednocześnie baterię akumulatorów.



Hybrydowy system ładowania: oprócz PV do ładowarki można podłączyć agregat lub sieć elektroenergetyczną – jeżeli jest taka możliwość. Podłączenie do sieci lub agregatu dodatkowo pozwala ładować akumulatory. Dzięki parametryzacji,

reklama



**kupuj  
on-line**  
sanyu.eu/sklep

+48 32 345 20 20  
info@sanyu.eu  
www.sanyu.eu



falowniki • softstarty





Testowane i Serwisowane w Polsce  
+48 606 945 936



OSZCZĘDZA ŚRODOWISKO I TWOJE PIENIĄDZE  
ECO-MONEY SAVING



od 2013 r.  
SANYU.eu  
na polskim rynku

w tym nadaniu priorytetów pracy, można stworzyć bezobsługową aplikację.

SANYU pilotażowo wyposażyło działkę rekreacyjną pozbawioną przyłącza w kompletny zestaw zasilania. Komplet ten stanowią trzy panele fotowoltaiczne po 410 Wp każdy, akumulatory żelowe 12 V / 110 Ah połączone szeregowo oraz naturalnie falownik/ladowarka SPV18 VPM o mocy 3000 W.

Zestaw solarny składający się z falownika o mocy 3 kW i akumulatorów o pojemności ponad 100 Ah pozwala uniezależnić się od sieci elektroenergetycznej. Wyjście z ładowarki stanowi czysty sinus (*pure sine-wave*). Wg producenta naładowana bateria akumulatorów o pojemności 100 Ah, przy braku nasłonecznienia i sieci AC, pozwala na uzyskanie ok. 2 godzin pracy przy obciążeniu 900 W, obciążenie do 300 W to już 7 h pracy.

Aplikacja została wykonana w celu badania pracy w terenie pod pełnym obciążeniem oraz stworzenia wzorcowej instalacji.

W trakcie montażu należy zwrócić uwagę na prawidłową instalację wszystkich składowych zestawu – podłączenie zgodne z instrukcją i wiedzą techniczną.

Budowa wzorcowej aplikacji podniosła nasze kompetencje, a nabyta wiedza na pewno zostanie wykorzystana przy współpracy z instalatorami i użytkownikami.

Od lat testujemy wszystkie nasze urządzenia, dzięki czemu jesteśmy pewni ich jakości, a dodatkowo jesteśmy w stanie pomóc naszym klientom w poszukiwaniu odpowiedzi na najtrudniejsze pytania. ■

Zapraszamy do współpracy



www.sanyu.eu

### WYDARZENIA

#### ● Dla eksporterów pandemia nie taka straszna

Pod wpływem pandemii polscy eksporterzy stali się bardziej skłonni do ryzyka. Napotkane trudności, tj. spadek popytu na rynkach zagranicznych, zwiększone koszty materiałów i półproduktów, ale też problemy legislacyjne i logistyczne, wymusiły zmiany.

– Co dziesiąty polski eksporter wycofał się przynajmniej z jednego rynku zagranicznego – mówią eksperci od strategii i zarządzania międzynarodowego z Akademii Leona Koźmińskiego, którzy zbadali wpływ pandemii na decyzje dotyczące umiędzynarodowienia polskich firm.

Dr hab. Mariola Ciszewska-Mlinarić oraz dr Piotr Wójcik zebrali dane na temat 243 firm produkcyjnych z różnych branż, które znaczną część swoich produktów sprzedają na rynkach zagranicznych. Właściciele i menedżerów zapytali o to, jak postrzegają otoczenie na rynkach eksportowych, co ich ogranicza w bieżącej działalności, jak to się przekłada na eksport i jakie w związku z tym decyzje będą podejmować. Badanie było realizowane od listopada 2020 do stycznia 2021 roku, gdy właściciele nie znali jeszcze ostatecznych wyników sprzedaży za 2020 rok.

Na przełomie 2020 i 2021 roku 62 proc. badanych przedsiębiorców przewidywało spadek przychodów zagranicznych za poprzedni rok. Zdecydowana większość z nich, bo niemal 80 proc. (118 ze

150), oczekiwała spadku przychodów do 10 proc. Większego spadku za 2020 rok spodziewali się przedsiębiorcy z branż o wysokiej intensywności technologicznej. Tylko nieliczni, bo średnio co szósty przedsiębiorca, liczyli na wzrost z tytułu eksportu towarów. Reszta, czyli 22 proc., nie przewidywała zmian w przychodach z biznesu prowadzonego za granicą. Najbardziej optymistyczne przewidywania miały małe i średnie przedsiębiorstwa.

Trudności biznesowe spowodowane pandemią wymusiły na firmach dostosowanie modeli biznesowych. Przedsiębiorcy najczęściej skarżyli się na spadek popytu na rynkach zagranicznych, zwiększone koszty materiałów i półproduktów, ale też trudności legislacyjne i logistyczne czy chociażby związane z podróżami służbowymi. W konsekwencji 9 proc. badanych eksporterów wycofało się przynajmniej z jednego rynku zagranicznego.

Mimo że przedsiębiorcy odczuli spadek popytu za granicą, to nie są skłonni do wycofania się z obsługiwanych rynków. Niektórzy w perspektywie 2021 roku zadeklarowali nie tylko intensyfikację działań nakierowanych na odbudowanie popytu na dotychczasowych rynkach, ale także na zdobywanie nowych. Dotyczy to zarówno małych, średnich, jak i dużych przedsiębiorstw, działających w branżach o niskim, a także wysokim stopniu zaawansowania technologicznego oraz działających na rynkach B2C i B2B. Przedsiębiorcy

deklarują nowe inwestycje i szybsze wprowadzanie nowych produktów na kolejne rynki. Zamiar dalszej ekspansji zagranicznej jest większy wśród eksporterów, którzy mają rozwiniętą umiejętność pozyskiwania i wykorzystywania wiedzy i dokonują głębszych zmian modelu biznesowego. Pandemia spowodowała więc zwiększenie skłonności do podejmowania ryzyka.

Zwiększenie zaangażowania na rynkach zagranicznych jest motywowane najczęściej czynnikami wewnętrznymi – ambicją menedżerów, dotychczasową postacią modelu biznesowego, doświadczeniem i poziomem know-how firmy. Wycofanie się z eksportu zagranicznego lub zmniejszenie zaangażowania związane jest natomiast zarówno z czynnikami zewnętrznymi, np. szybko zmieniającym się otoczeniem technologicznym, jak i wewnętrznymi – przedsiębiorcy deklarują niepewność co do jutra czy zbyt powolne zmiany w modelu biznesowym. Bez względu na decyzje eksportowe wszyscy musieli wprowadzić pewne zmiany dotyczące m.in. kanałów dystrybucji czy organizacji pracy.

Wyniki badania pokazują obraz przedsiębiorstw produkcyjnych, które w znacznym stopniu angażują się na rynkach zagranicznych. Tak zwany wskaźnik intensywności eksportowej przekracza w ich przypadku 10 proc. – to znaczy, że jedna dziesiąta ich przychodów ogółem pochodzi z eksportu.

Źródło: pro science

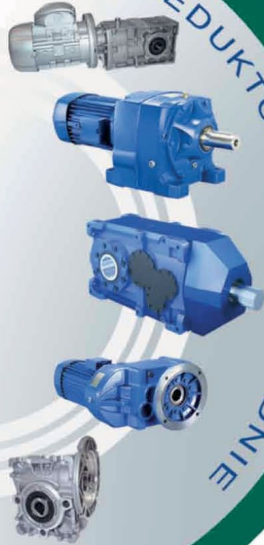
# SENOMA

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

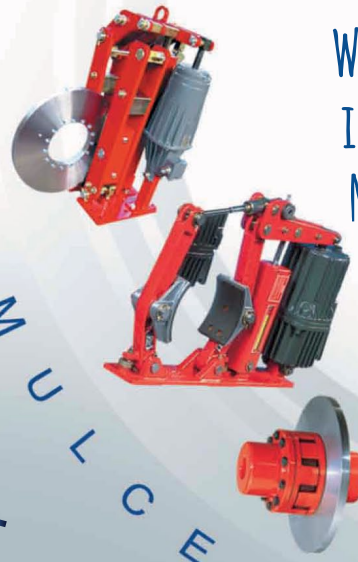
WESOŁYCH ŚWIĄT  
I SZCZĘŚLIWEGO  
NOWEGO ROKU!



www.senoma.pl  
MOTOREDUKTORY, PRZEKŁADNIE  
TECHNIKA NAPĘDOWA



H  
A  
M  
U  
L  
C  
E



W  
A  
Ł  
Y  
C  
A  
R  
D  
A  
N  
A



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



P  
I  
E  
R  
Ś  
C  
I  
E  
N  
I  
E



www.senoma.pl  
TECHNIKA NAPĘDOWA  
S  
P  
R  
Z  
E  
G  
Ł  
A



**REXNORD**

Viva  
Omega  
Wrapflex  
Thomas  
Addax  
Steelflex  
Lifelign  
Orange Peel Guard

**TOP-Distributor 2011**

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

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

**REXNORD**

**TOP-Distributor 2010**

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

**REXNORD**

**TOP-Distributor 2009**

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

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

Declared by Rexnord

Uwe Palm  
Key-Account-Manager  
Mechelen, May 2010

Eric Bickley  
General Manager  
Mechelen, May 2010

**REXNORD**

**TOP-Distributor 2012**

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

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

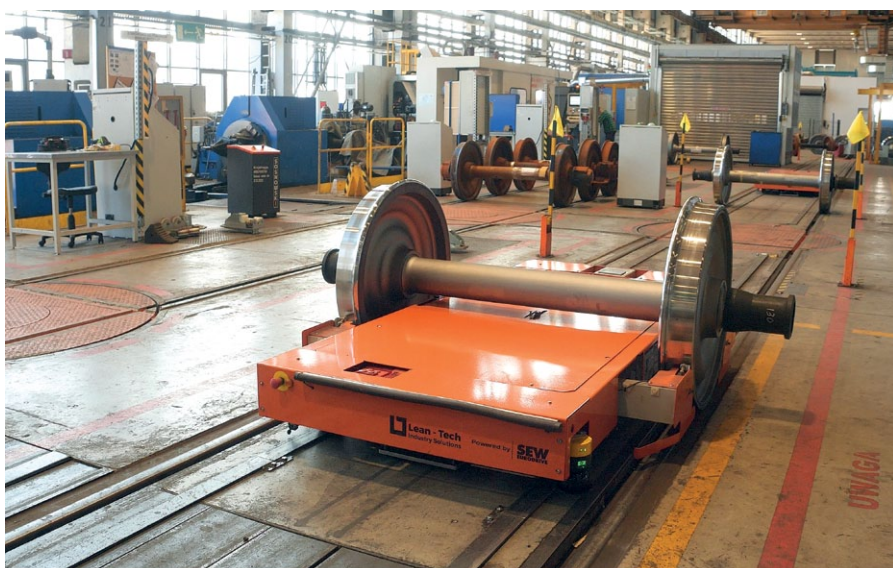
Declared by Rexnord

Lubomir Vlk  
Area Sales Mng  
Mechelen, June 2012

Rodrigo Madiedo  
Coupling Marketing Mng  
Mechelen, June 2013

# Zastosowanie indukcyjnego przesylu energii MOVITRANS® SEW-EURODRIVE w firmie DB Cargo Polska

Podczas modernizacji zakładu DB Cargo Polska w Rybniku wykorzystano innowacyjny system indukcyjnego przesylu energii MOVITRANS® firmy SEW-EURODRIVE Polska. Zostal on zastosowany do zasilania automatycznego wozka transportowego, zaprojektowanego przez firme Lean-Tech.



SEW-EURODRIVE Polska, jako lider rynku z zakresu techniki napędowej i automatyzacji produkcji, bardzo często uczestniczy w kompleksowych projektach, których celem jest realizacja skustomizowanych aplikacji. Tego typu projekty, wymagające wieloletniego doświadczenia, modułowych rozwiązań i celnie dobranych usług serwisowych, są specjalnością SEW-EURODRIVE. Najnowszy przykład to wykonanie we współpracy z firmami Lean-Tech oraz Budimex systemu do kolejowania zestawów kołowych przy użyciu automatycznych, zasilanych bezprzewodowo pojazdów dla DB Cargo Polska.

Firma Budimex zrealizowała dla inwestora – Zakładu Produkcji i Utrzymania Taboru Kolejowego DB Cargo Polska – przebudowę nawy pierwszej hali głównej w zakładzie w Rybniku. Jednym z elementów zadania był właśnie wspomniany system do kolejowania zestawów kołowych. Realizacja zadania pozwoliła na zwiększenie wydajności linii potokowej do regeneracji zestawów kołowych, poprawę bezpieczeństwa pracowników, podniesienie ergonomii linii, wzmocnienie odporności na trudne warunki pracy i obniżenie kosztów utrzymania.

Inwestorowi szczególnie zależało również na tym, aby cały proces, składający się z dwóch odcinków, przebiegał bezpiecznie dla człowieka i produktów, a także na tym, aby udział pracowników w tym procesie był jak najmniejszy, powtarzalny i efektywny. Dlatego zatem nie skorzystano ze standardowych rozwiązań dostępnych na rynku?

Zastosowanie tego rodzaju systemów nie było możliwe przy tak precyzyjnych wymaganiach, ograniczeniach na hali produkcyjnej oraz masie i kształcie zestawów kołowych, które regeneruje DB Cargo Polska. Ze względu na duże doświadczenie przy wdrażaniu dedykowanych systemów transportowych, przedstawionej ofercie i czasie dostawy do realizacji tego zadania została wybrana firma Lean-Tech, która właśnie we współpracy z SEW-EURODRIVE Polska przygotowała automatyczny wózek transportowy.

Największym wyzwaniem w czasie przygotowywania aplikacji było to, że

automatyczny wózek transportowy działa w bliskim kontakcie z człowiekiem, przez co strefa pracy nie mogła być wygradzona. Wózki zostały wyposażone w liczne systemy bezpieczeństwa, takie jak skanery ze zmiennymi strefami czy listwy bezpieczeństwa. Wyzwaniem była również duża ilość obsługiwanych referencji oraz ograniczona dopuszczalna powierzchnia kontaktu wózka z zestawami kołowymi.

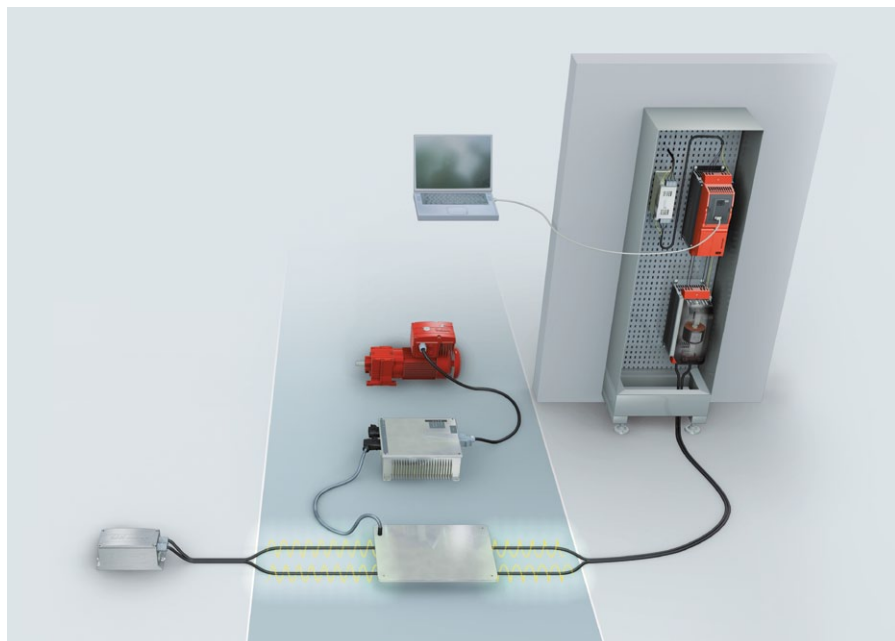
Do zasilania wózków został wykorzystany indukcyjny przesyl energii MOVITRANS® firmy SEW-EURODRIVE Polska. Pozwoliło to zautomatyzować proces przemieszczania elementów do kolejnych stacji serwisowych bez konieczności ingerencji człowieka. Wcześniej zestaw ważący około 1,5 tony przepychał operator siłą mięśni.

Dlaczego system MOVITRANS® jest idealnym rozwiązaniem? Rosnące oczekiwania klientów dotyczące szybkości i wydajności systemów transportowych wymagają stosowania nowoczesnych



# BEYOND - zawsze ponad standard





systemów zasilających, a urządzenia do bezobsługowego transportu muszą mieć zapewnione stabilne i niezawodne źródło energii.

System MOVITRANS® działa na zasadzie indukcyjnego przesylu energii. Przesył energii elektrycznej odbywa się w sposób bezstykowy za pośrednictwem przewodu na stałe poprowadzonego do jednego lub wielu mobilnych odbiorników. Urządzenia mobilne mogą być zasilane bez konieczności ograniczających ruch przewodników kablowych i szyn zasilających. Przewód zasilania indukcyjnego może być ułożony na stałe w posadzce lub podwieszony na pewnej wysokości, co w obu przypadkach nie jest przeszkodą dla innych środków transportu.

MOVITRANS® składa się ze stacjonarnych oraz mobilnych komponentów systemowych. Zapewniają one łatwą i prostą integrację z istniejącymi systemami automatyki.

Część stacjonarna i część mobilna oddzielone są szczeliną powietrzną, więc system nie zużywa się mechanicznie, nie wymaga konserwacji i jest bezpieczny. Dzięki temu nie ma również ograniczeń dotyczących prędkości zasilanych urządzeń, a instalacje mogą być wykonane na rozległych obszarach.

Istotną cechą systemu MOVITRANS® jest również odporność na warunki środowiskowe – instalacja może pracować w środowisku zanieczyszczonym i wilgotnym, co znacznie poszerza zakres zasto-

sowań. MOVITRANS® zapewnia ciągłe zasilanie i może być stosowany jako odniesienie dla układu nawigacji. Został zaprojektowany tak, by sprostać nawet najbardziej wymagającym warunkom.

### Zalety systemu MOVITRANS®

- Wyższa produktywność, ponieważ MOVITRANS® oferuje maksymalne bezpieczeństwo systemowe, nie wymaga dużych nakładów konserwacyjnych i jest odporny na zużycie.
- Łatwa konfiguracja, ponieważ dzięki modułowej budowie systemu MOVITRANS® możliwe jest jego dostosowanie do zmiennych zadań oraz wdrożenie modyfikacji.
- Redukcja kosztów dzięki zwiększonej dostępności instalacji oraz długofalowym oszczędnościom nakładów konserwacyjnych.

### Właściwości systemu MOVITRANS®

- Technologia opiera się na zasadzie indukcyjnego przesylu energii.
- Przesył energii elektrycznej przebiega bezstykowo za pośrednictwem na stałe poprowadzonego przewodu do jednego lub wielu mobilnych odbiorników.
- Sprzężenie elektromagnetyczne realizowane jest poprzez szczelinę powietrzną, co nie wymaga częstej konserwacji oraz zapewnia odporność na zużycie.

- Bezstykowy przesyl energii nie powoduje zanieczyszczeń i charakteryzuje się odpornością na zanieczyszczenia zewnętrzne.
- Prosta zasada działania zapewniająca ekstremalnie duże korzyści praktyczne.

Wszystkie właściwości systemu MOVITRANS® firmy SEW-EURODRIVE wykorzystane w wózku transportowym są idealnym przykładem na zastosowanie innowacyjnej technologii, które wpływa na zwiększenie efektywności i elastyczności procesu produkcyjnego, w tym przypadku aplikacji do kolejkowania zestawów kołowych.

System indukcyjnego zasilania stosowany jest również w samojezdnych wózkach AGV.

Firma SEW-EURODRIVE specjalizuje się w tego typu pojazdach „szytych na miarę”, gdyż standardowe wózki AGV mogą być wykorzystane tylko w wąskim zakresie. Często ich dostosowanie do istniejącej infrastruktury, do typu przewożonego materiału lub do specyficznych wymagań klientów wymaga przeróbek, które są kosztowne i czasochłonne, a często wręcz niemożliwe do realizacji.

Istnieje wiele opracowanych sposobów transportu ładunków standardowych, jak na przykład europaleta, ale niewiele jest rozwiązań skustomizowanych. W wielu zakładach, w których transport ładunków odbywa się za pomocą specjalnych wózków widłowych lub suwnic, standardowe rozwiązanie się nie sprawdza. Przykładem może być tutaj transport ładunków wielkogabarytowych lub o dużych masach, gdzie system automatycznego transportu zyskuje ostatnio na popularności. ■

BEYOND - zawsze ponad standard.



SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.

ul. Techniczna 5

92-518 Łódź

tel. 42 293 00 00

e-mail: sew@sew-eurodrive.pl

www.sew-eurodrive.pl

# Dławikowe i transformatorowe rdzenie nanokrystaliczne

Nowoczesne elementy indukcyjne wytwarzane na potrzeby energoelektroniki budowane są w oparciu o niskostratne materiały nanokrystaliczne. Rdzenie z materiałów nanokrystalicznych dzięki wysokiej indukcji nasycenia stanowią doskonałe uzupełnienie rdzeni ferrytowych i proszkowych stosowanych w zakresie średnich częstotliwości. Technologia produkcji rdzeni nanokrystalicznych pozwala na wytwarzanie zarówno rdzeni transformatorowych, jak i rdzeni przecinanych, wieloszczelinowych, stosowanych w dławikach indukcyjnych.

**Magnetyki nanokrystaliczne.** W 1988 roku japońska firma wprowadziła na rynek przełomowy materiał nanokrystaliczny o optymalnym składzie chemicznym Fe-Cu-Nb-Si-B. Materiał okazał się doskonałym magnetykiem stosowanym w zakresie średnich częstotliwości. Wysoka indukcja nasycenia  $B_s \sim 1,2T$ , niewielka stratność  $p \sim 0,1$  W/kg/50Hz, duża przenikalność magnetyczna  $\mu \sim 500\,000$  oraz bliski zeru współczynnik magnetostrykcji  $\lambda \sim 0,1 \times 10^{-6}$  to bardzo dobre parametry, które zdecydowały o licznych zastosowaniach i popularności stopu. Do dziś trwają badania nad materiałami nanokrystalicznymi głównie w kierunku poprawy ich charakterystyk wysokoczęstotliwościowych i wysokotemperaturowych [1]. Powstają stopy magnetyczne dedykowane do konkretnych zastosowań. Obecnie dobrze rozpoznane i znajdujące liczne zastosowania są trzy podstawowe

grupy stopów nanokrystalicznych: (Fe-Nb-Cu-Si-B), (Fe-Zr-Cu-B) oraz (Fe-Co-Zr-Cu-B). Dwie pierwsze grupy stopów można stosować w temperaturze nieprzekraczającej 230°C, zaś stopy trzeciej grupy zachowują dobre właściwości magnetyczne w temperaturze do 550°C [2].



Rys. 1. Rdzenie toroidalne wykonane z materiału nanokrystalicznego na bazie żelaza Fe-Cu-Nb-Si-B

Niewielka przenikalność magnetyczna  $\mu \sim 50-120$  proszkowych rdzeni dławikowych może powodować rozproszenie strumienia np. do ferromagnetycznej obudowy i zmianę indukcyjności dławika. Efekt ten nie występuje w rdzeniach nanokrystalicznych o dużej przenikalności magnetycznej. Prawie zerowy współczynnik magnetostrykcji materiałów nanokrystalicznych eliminuje pole akustyczne rdzenia w zakresie częstotliwości słyszalnych.



Rys. 2. Rdzeń dławikowy szczelinowy wykonany z materiału nanokrystalicznego na bazie żelaza Fe-Cu-Nb-Si-B

Do pozytywnych cech materiałów nanokrystalicznych należy zaliczyć dużą stabilność temperaturową i częstotliwościową przenikalności magnetycznej. Przekłada się to bezpośrednio na niezmienność parametrów użytkowych dławików i transformatorów. Zależność

przenikalności magnetycznej od temperatury jest wadą niektórych ferrytów ( $T_{max} \sim 140^\circ C$ ).

W ofercie Fluxcom znajdują się rdzenie nanokrystaliczne w wykonaniu toroidalnym, owalnym i wieloszczelinowym. Oprócz rdzeni katalogowych dostarczamy rdzenie o wymiarach niestandardowych, odpowiednich do projektu. Zapewniamy wsparcie techniczne podczas doboru odpowiedniego materiału magnetycznego do aplikacji. Na życzenie wykonujemy projekty elementów prototypowych, a w razie potrzeby dostarczamy dokumentację techniczną z opisem technologicznym.

## Literatura

- [1] Innowacyjne materiały do zastosowań w energooszczędnych i proekologicznych urządzeniach elektrycznych. IMN-Gliwice 2015. Kierownik: A. Kolano-Burian, Projekt POIG.01.03.01-00-058/08
- [2] KULIK T., FERENC J.: *Stopy magnetyczne miękkie o strukturze nanokrystalicznej*. „Inżynieria Materiałowa”, Vol. 26, SIGMA-NOT 2005.

Publikacja realizowana w ramach projektu TECHMATSTRATEG1/347200/11/NCBR/201

✉ Miroslaw Łukiewski

**FLUXCOM JEE**

e-mail: mlukiewski@fluxcom.pl

www.fluxcom.pl

reklama

**Fluxcom**  
Magnetic components.

Pomiary jakości energii – kompensacja mocy biernej.  
Usuwanie zakłóceń elektrycznych – dobór filtrów.  
Prototypowanie transformatorów i dławików.  
Rdzenie amorficzne i nanokrystaliczne.

www.fluxcom.pl +48 606 388 350

Dni Otwarte firm: FANUC, LENZE, SCHUNK

# Innowacje w zrobotyzowanej intralogistyce

Katarzyna Zając

Automatyka i robotyka przemysłowa należą do grona najszybciej rozwijających się działów techniki. Wraz z rozwojem oferty liderów tej branży rosną zarówno możliwości, jak i dostęp do innowacyjnych produktów. W Polsce oferują je m.in. firmy Lenze, FANUC i SCHUNK, które już po raz czwarty połączyły siły, by przybliżyć polskim firmom swoje najnowsze rozwiązania i innowacje technologiczne, a także by podzielić się doświadczeniem zdobytym podczas współpracy z klientami na międzynarodowym rynku.

W dniach 3–4 listopada br. tym razem w Fabryce Lenze w Tarnowie odbyły się Dni Otwarte zorganizowane przez trzech międzynarodowych liderów technologicznych działających w Polsce – Lenze, FANUC i SCHUNK. Tematem przewodnim tegorocznych Dni Otwartych były innowacyjne rozwiązania dla zrobotyzowanej intralogistyki. W wydarzeniu wzięło udział wielu przedstawicieli firm zainteresowanych pozyskaniem wiedzy na temat możliwości zastosowania najnowszych rozwiązań technologicznych w produkcji przemysłowej. Spotkanie było doskonałą okazją do wykorzystania wiedzy i doświadczenia praktyków automatyki i robotyki tych firm w jednym miejscu.

Czwarta edycja Dni Otwartych cieszyła się dużym zainteresowaniem przedstawicieli firm produkcyjnych. Tematyka wydarzenia zainteresowała zarówno menedżerów i właścicieli firm produkujących maszyny, jak i firmy integratorskie. W spotkaniu uczestniczyło wielu pracowników działów automatyki, utrzymania ruchu oraz użytkowników maszyn i robotów przemysłowych.

Podczas wydarzenia zaproszeni goście mieli okazję do poznania najnowszej generacji urządzeń z zakresu Automatyki i Robotyki od 3 firm technologicznych w jednym miejscu, zapoznania się z nowoczesnymi wdrożeniami i rozwiązaniami sprawdzonymi na całym świecie. Nieocenione było również to, że uczestnicy spotkania mogli skorzystać



z wiedzy i doświadczenia praktyków Automatyki i Robotyki, jak również zwiedzić nowoczesną Fabrykę Lenze. Jako że teoria musi łączyć się z praktyką, firmy prezentowaną wiedzę poparły rzeczywistymi rozwiązaniami dostępnymi w *showroomie*.

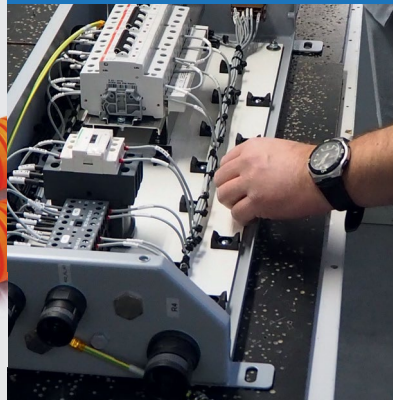
Prezentacje przygotowane przez Adama Lizaka z firmy Lenze, Mateusza Amrozińskiego, reprezentującego firmę FANUC, oraz Michała Chaję z firmy SCHUNK były potwierdzeniem wysokiego poziomu przygotowanego wydarzenia. ■





- Wiązki elektryczne
- Rozdzielnie elektryczne
- Szafy sterownicze
- Komponenty elektryczne
- Kompleksowa obsługa

**Amphenol**  
El-Cab 

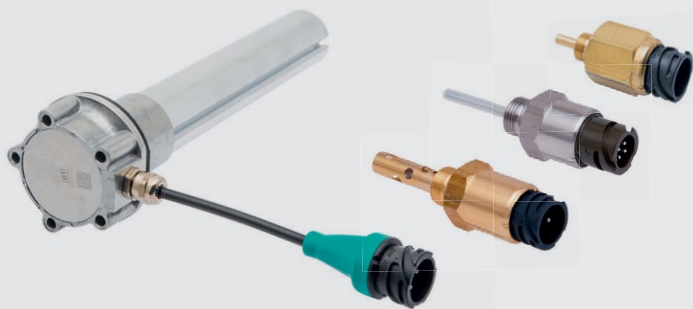


**Partner firm:  
BEDIA i E-T-A  
zaprasza!**

**BEDIA**<sup>®</sup>  
MOTORENTECHNIK

- Inteligentne czujniki poziomu oraz temperatury do oleju napędowego, silnikowego i hydraulicznego
- Pojemnościowe sondy poziomu, czujniki, przełączniki temperatury
- Analogowe czujniki poziomu oraz temperatury oleju

 **E-T-A**<sup>®</sup>  
ENGINEERING TECHNOLOGY



- Wyłączniki, bezpieczniki automatyczne
- Samochodowe bezpieczniki automatyczne
- Przełączniki mechaniczne, elektroniczne
- Automatyczne bezpieczniki elektroniczne
- inteligentne systemy rozdziału prądu

# AUTOMATICON 2022

XXVI Międzynarodowe Targi Automatyki i Pomiarów

26-28.01.2022

**Hala 1, stoisko nr A12/B11**

El-Cab Sp. z o.o.  
ul. Obornicka 37, Bolechowo – Osiedle, 62-005 Owińska  
T +48 61 811 86 00, F +48 61 811 20 66  
biuro@el-cab.com.pl  
[el-cab.com.pl](http://el-cab.com.pl)

**Amphenol**  
El-Cab 

## ControlPlex® System CPC20

# Inteligentna forma ochrony sieci 24 V DC

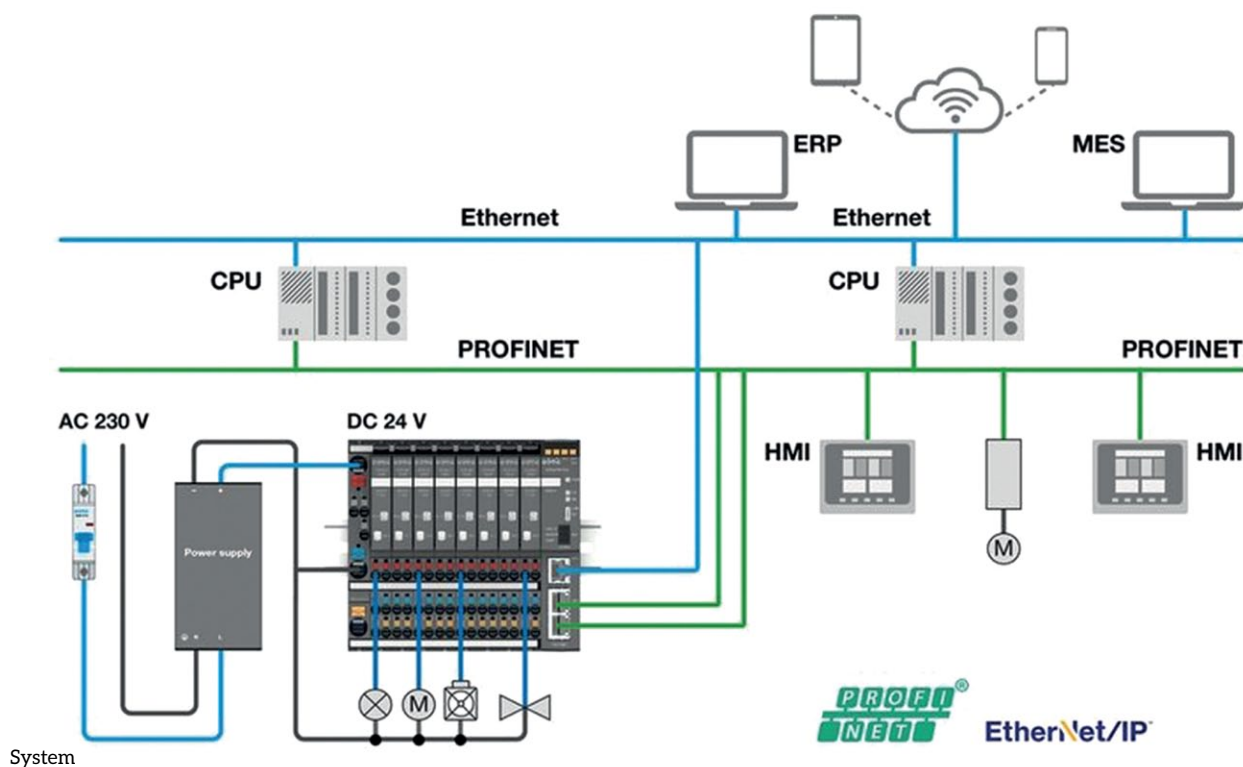
Inteligentny system ControlPlex® CPC20 chroni dystrybucję zasilania 24 V DC przed przeciążeniem i zwarciem. Podstawą jest modułowy system bazowy Moduł 18plus. Wyłącznik elektroniczny ESX60D w sposób ciągły rejestruje m.in. prąd obciążenia i napięcie obciążenia systemu. Te zmierzone wartości są łączone przez kontroler magistrali CPC20 i przesyłane do podłączonych systemów sterowania. Operator systemu może w sposób ciągły monitorować dystrybucję mocy, a tym samym na wczesnym etapie rozpoznawać niepożądane zmiany (odchylenia od wartości zadanych). System ControlPlex® zapobiega w ten sposób nieplanowanym przestojom, poprawia przejrzystość i stabilizuje proces produkcyjny (selektywna ochrona odbiorników), podnosi jakość wytwarza-

nych towarów i znacząco zwiększa elastyczność procesu.

Kontroler magistrali CPC20 jest mózgiem całego systemu. Dzięki swoim interfejsom oferuje doskonałe połączenie z systemami wyższego poziomu. Na poziomie obiektowym łączy system dystrybucji zasilania z jego interfejsami dla PROFINET i EtherNet/IP z podłączonymi procesorami i interfejsami HMI, umożliwiając w ten sposób niezbędną wymianę danych. W ten sposób mierzone wartości i informacje o stanie są wizualizowane dla operatora systemu i personelu utrzymania ruchu. Wbudowany serwer sieciowy umożliwia bezpośredni dostęp do danych dystrybucji zasilania 24 V DC. Dzięki temu dostęp do wszystkich danych pomiarowych i informacji o stanie można uzyskać



Kontroler CPC20



System

również bezpośrednio i bez użycia interfejsu sieciowego. Stanowi to szczególną zaletę dla personelu zajmującego się konserwacją, ponieważ wymagane informacje można szybko uzyskać podczas pierwszego uruchomienia i podczas przestoju systemu. ■



## BEDIA czujniki poziomu i temperatury do zastosowań w E-Mobility

Niezależnie od tego, czy są zasilane bateryjnie, z ogniwem paliwowym czy jako rozwiązanie hybrydowe: oferujemy odpowiednie czujniki poziomu i temperatury do monitorowanych mediów – oczywiście w sprawdzonej jakości BEDIA.



Nasze wieloletnie doświadczenie w zakresie wykrywania poziomu i temperatury w trudnych warunkach środowiskowych stanowi podstawę optymalnych rozwiązań – niezależnie od tego, czy są one standardowe czy indywidualne.

Znamy specyficzne wymagania branżowe i obsługujemy wiele zastosowań w następujących obszarach:

- autobusy i pojazdy użytkowe;
- maszyny budowlane;
- maszyny rolnicze;
- zastosowania morskie;
- zastosowania kolejowe;

- zastosowania przemysłowe;
- układy chłodzenia;
- zasilanie (UPS) /zasilanie systemów.

Wszędzie tam, gdzie obecnie jako elementy monitorowania poziomu stosowane są wyłączniki ciśnieniowe lub czujniki temperatury, sonda ma tę zaletę, że znacznie wcześniej sygnalizuje krytyczne warunki pracy, chroniąc urządzenie. Sonda CLS firmy Bedia działa na zasadzie pojemnościowej, informując o stanie poziomu, a przede wszystkim wykrywając i sygnalizując graniczne (krytyczne) stany poziomu napełnienia, np. poziom min, max lub obecność medium. Typowe aplikacje to kontrola stanów granicznych w układach chłodzenia, sygnalizacja obecności medium, poziomy graniczne oleju silnikowego, hydraulicznego, napędowego.

Sondy poziomu są przeznaczone dla dwóch różnych typów mediów:

- przewodzące elektrycznie media ciekłe o stałej dielektrycznej w zakresie  $\epsilon_r$  35–85 (woda, płyn chłodzący, mieszanina woda-glikol);

- nieprzewodzące prądu elektrycznego media ciekłe o stałej dielektrycznej w zakresie  $\epsilon_r$  1,8–6 (olej silnikowy, paliwa, olej hydrauliczny).

Cechy charakterystyczne to między innymi solidna konstrukcja, wysoki stopień ochrony IP, szeroki zakres temperatur pracy od  $-40$  do  $+125^\circ\text{C}$ , kompaktowa konstrukcja, brak mechanicznych ruchomych części, duży wybór pod względem montażu, funkcjonalności, podłączenia elektrycznego, LSS, HSS, opcjonalnie funkcja samokontroli oraz opóźnienie sygnału. ■

**Amphenol**  
El-Cab 

El-Cab Sp. z o.o.

ul. Obornicka 37, Bolechowo-Osiedle

62-005 Owińska

e-mail: [biuro@el-cab.com.pl](mailto:biuro@el-cab.com.pl)

[www.el-cab.com.pl](http://www.el-cab.com.pl)

# Falownik NORDAC PRO SK 500P z nowym zakresem mocy

Przetwornice częstotliwości do szaf rozdzielczych serii NORDAC PRO SK 500P są oparte na najnowszej technologii i są doskonale wyposażone do każdego zadania napędowego. Wkrótce na rynku pojawi się rozszerzenie mocy tej linii NORD do 22 kW.

NORDAC PRO SK 500P jest na rynku dopiero od około 1,5 roku i już zdążyła stać się niezwykłym sukcesem dla NORD DRIVESYSTEMS. Seria charakteryzuje się w szczególności standardową różnorodnością interfejsów i funkcji. Główne innowacje w rodzinie falowników NORDAC obejmują zintegrowany wieloprotokołowy interfejs Ethernet, interfejs z wieloma enkoderami do pracy wieloosiowej, interfejs USB do beznapięciowej parametryzacji i ulepszone sterowanie silnikiem.

Różne warianty urządzeń można optymalnie dopasować do najróżniejszych wymagań aplikacji. Wtykowe moduły operacyjne, bezpieczeństwa i opcjonalne zapewniają maksymalną elastyczność. Kompaktowa konstrukcja w formacie książkowym umożliwia oszczędną instalację w szafie sterowniczej. Dzięki rodzinie urządzeń NORDAC PRO SK 500P klienci NORD korzystają z uniwersalnego wyposażenia, które nawet w podstawowej wersji falownika oferuje wysokiej jakości połączenie i właściwości funkcjonalne, takie jak interfejs CANopen, rezystor hamowania, cztery zestawy parametrów, funkcję PLC i sterowanie pozycjonowaniem POSICON.

Podobnie jak wszystkie przemienniki częstotliwości NORD, nowy członek rodziny NORDAC PRO ma również wydajny sterownik PLC do funkcji związanych z napędem. PLC przetwarza dane z podłączonych czujników i siłowników analogowych i cyfrowych (np. z barier fotoelektrycznych, czujników temperatury lub czujników wibracji) i może niezależnie inicjować sterowanie przepływem. Dzięki jednemu NORDAC PRO



bardziej złożone wieloosiowe systemy pozycjonowania mogą sekwencyjnie przetwarzać niezależny proces. Oszczędza to pieniądze, miejsce i instalację oraz odciąża nadrzędne systemy sterowania. Dzięki sterownikowi PLC napędy mogą tworzyć grupy *master – slave*, które komunikują się ze sobą inteligentnie i niezależnie przejmują zadania sterowania.

Rozumiemy, że szybka i łatwa obsługa podczas uruchamiania i serwisu to ważne warunki wstępne. Przetwornice częstotliwości można sparametryzować bez napięcia przez interfejs USB przed instalacją, jeszcze w opakowaniu. Można również





użyć aplikacji NORDCON do bezprzewodowego ustawiania lub konserwacji elektronicznych jednostek napędowych za pomocą Bluetooth.

Przetwornica częstotliwości NORDAC PRO SK 500P może odczytywać do czterech systemów enkoderów jednocześnie, tym samym sekwencyjnie sterując czterema motoreduktorami w trybie pozycjonowania za pomocą sterowania POSICON. Sterowanie wybiera zestaw parametrów związanych z osią.

Przetwornica steruje zewnętrznymi przełącznikami mocy i łączy odpowiedni silnik. Typowe zastosowania można znaleźć w technologii magazynowania. Jedna oś przesuwa urządzenie podnoszące, po osiągnięciu wysokości następuje przełączenie napędu chwytaka lub wideł w celu zdjęcia produktu z półki.

Wcześniej wymagało to dwóch przetwornic częstotliwości, jednej do podnoszenia i jednej do chwytania. Wszystko, co jest teraz potrzebne, to NORDAC PRO SK 500P, który odczytuje wszystkie enkodery i jest przełączany na odpowiednie motoreduktory za pomocą przełącznika.

Nowe poziomy mocy NORDAC PRO SK 500P od 7,5 kW do 22 kW będą dostępne na rynku od połowy 2022 roku. Oprócz ulepszonych właściwości i funkcji wydajności nowa generacja falowników wykorzystuje wypróbowaną i przetestowaną strukturę parametrów NORDAC i jest kompatybilna w dół fizycznie i funkcjonalnie. Rodzina jest sukcesywnie powiększana, aby w kolejnych latach wszystkie obszary działania urządzeń NORDAC PRO były wyposażone w wiodące na rynku urządzenia technologiczne.

Dzięki nowej gamie przemienników firma NORD po raz kolejny udowadnia, że aktywnie kształtuje przyszłość elektronicznej techniki napędowej dzięki innowacyjnym rozwiązaniom. Firma uważnie słucha życzeń i potrzeb klientów i przekształca je w realne koncepcje i rozwiązania. W ten właśnie sposób opracowano nowy NORDAC PRO, który wyznacza zupełnie nowe standardy w zakresie gęstości mocy i komunikacji. ■

NORD Napędy Sp. z o.o.  
www.nord.com

reklama

## TAKICH DWÓCH, JAK NAS TRZECH TO NIE MA ANI JEDNEGO

Innowacyjne, kompatybilne, przyszłościowe:  
DuoDrive, IE5+ i NORDAC ON.



- ▶ Niezwykle wysoka wydajność systemu
- ▶ Zaprojektowane z myślą o przemyśle spożywczym i intralogistyce
- ▶ Kompaktowa, higieniczna konstrukcja zapewnia maksymalną wszechstronność
- ▶ Zoptymalizowana przestrzeń montażowa

**NORD**  
DRIVESYSTEMS

NORD Napędy | +48 12 288 99 00 | biuro@nord.com | www.nord.com

Wywiad z Prezesem Zarządu Bernardem Cichockim

# 55 lat rozwijania nowych technologii w KGHM ZANAM SA

Ryszard Klencz

**Ryszard Klencz:** – KGHM ZANAM produkuje cały asortyment maszyn górniczych do przygotowania i realizacji procesu produkcyjnego w kopalniach rud metali nieżelaznych. Na czym polega innowacyjność tych urządzeń?

**Bernard Cichocki:** – Innowacyjność polega głównie na specjalnej konstrukcji maszyn, co pozwala naszym produktom pracować w ekstremalnie trudnych warunkach w kopalni, zapewniając jednocześnie bezpieczeństwo i komfort pracy załogi. Środowisko, w którym użytkowane są maszyny i urządzenia, jest wyjątkowo trudne, co wymusza na nas stosowanie dedykowanej technologii – często wykorzystywanej również w rozwiązaniach militarnych i morskich. Nieprzerwanie udoskonalamy nasze produkty poprzez wdrażanie komponentów i układów podnoszących jakość i bezpieczeństwo pracy.

Ponadto do naszych produktów intensywnie wprowadzamy rozwiązania związane z nisko- i zeroemisyjnością układów napędowych. Standardem w nowych maszynach jest stosowanie silników spełniających najwyższe normy emisji spalin, tj. Stage V. Wdrażamy i testujemy też pierwsze pojazdy z napędem elektrycznym.

Nie mniejsze znaczenie mają dla nas również automatyzacja i systemy ostrzegające o kolizji. To rozwiązania, które pozwalają na ograniczenie czy nawet wykluczenie operatora ze strefy szczególnego zagrożenia.

**R.K.:** – Wysoki poziom innowacji sprawia, że zyskujecie kontrahentów w innych krajach. Wejście na rynki zagraniczne to nowe wyzwanie. Co ono obejmuje?

**B.C.:** – Ekspansja na rynek zagraniczny to proces złożony i trudny, trzeba się do niego odpowiednio przygotować. Podstawową sprawą jest zbadanie danego rynku i rozpoznanie, czy maszyny z portfolio ofertowego KGHM ZANAM spełniają wymagania konkretnych odbiorców aktywnych na tymże rynku. Kolejnym krokiem jest ewentualne dopasowanie naszych produktów, czyli maszyn, do indywidualnych potrzeb klienta. Oceniamy, że mamy przewagi konkurencyjne w tym zakresie, ponieważ naszą zaletą jest elastyczność w obszarze konstrukcyjnym. Sprowadza się ona do tego, że mamy kompetencje umożliwiające opracowanie projektów maszyn bezpośrednio korespondujących z wymaganiami danego klienta.



Innym ważnym aspektem jest standaryzacja, czyli dostosowanie konstrukcji do przepisów obowiązujących w państwie klienta, a także do warunków panujących w danej kopalni. Jak wskazuje nasze doświadczenie, kluczowe znaczenie ma też komunikacja z klientem i zapewnienie mu obsługi serwisowej na terenie jego kopalni. Bez tego nie da się zbudować długoterminowej relacji biznesowej z partnerem zagranicznym. Nie bez znaczenia są też kwestie kulturowe. Znajomość kultury i obyczajów panujących w danym kraju, zwłaszcza tych odnoszących się do prowadzenia biznesu, znacznie ułatwia działalność na rynku zagranicznym.

**R.K.:** – Rozwiązania KGHM ZANAM idą w kierunku e-mobilności. Jakie plany mają Państwo w związku z tym?

**B.C.:** – Opracowaliśmy, wyprodukowaliśmy i przetestowaliśmy w 2020 roku pierwszy elektryczny pojazd transportowy o nazwie ZANPER. W 2021 roku trafił na testy do kopalni jako demonstrator technologii. Planujemy zebrać w ten sposób jak największą ilość potrzebnych danych, żeby opracować jego wersję docelową, jak również zacząć realizować projekty ciężkich samojezdnych maszyn górniczych. Jest to niewątpliwie jeden z głównych kierunków rozwoju układów napędowych naszych maszyn. W ten sposób wpisujemy się w globalne trendy przemysłowe i również odpowiadamy – o czym już wspominałem powyżej – na zapotrzebowania klientów zagranicznych, którzy coraz częściej dopytują o maszyny ekologiczne lub zupełnie zeroemisyjne.

**R.K.:** – Na terenie KGHM ZANAM uruchomiono elektrownię fotowoltaiczną w oparciu o technologie Przemysłu 4.0. Jakże daje to możliwości?

**B.C.:** – Bardzo konkretne i wymierne. Przede wszystkim produkowana przez tę instalację energia elektryczna pokrywa ponad połowę zapotrzebowania naszego Zakładu w Legnicy. Są to bardzo konkretne oszczędności dla naszej spółki. Duże znaczenie ma dla nas również aspekt środowiskowy, ponieważ sam fakt uruchomienia instalacji fotowoltaicznej stanowił kolejny krok w stronę realizacji zielonej, ekologicznej strategii grupy kapitałowej KGHM Polska Miedź SA. Analizy, którymi dysponujemy, wskazują, że funkcjonowanie tej instalacji w ujęciu rocznym ogranicza emisję dwutlenku węgla do atmosfery o ponad dwa tysiące ton, a tlenku siarki i tlenku azotu – o ponad półtorej tony.

Wracając jednak do Pańskiego pytania o technologię Przemysłu 4.0, to trzeba podkreślić, że stanowią o niej przede wszystkim dwa innowacyjne aspekty. To zdalne sterowanie i monitorowanie pracy instalacji oraz w pełni z informatyzowany system

zarządzania i serwisowania. Instalacja jest jednym z symboli innowacyjności naszej spółki i stanowi doskonały przykład implementacji technologii charakterystycznych właśnie dla Przemysłu 4.0.

Elektrownia fotowoltaiczna KGHM ZANAM jest też świetnym przykładem dobrze zdefiniowanego i pragmatycznego podejścia do zmniejszenia tzw. śladu węglowego przez typowe przedsiębiorstwo przemysłu maszynowego, a więc takiego, które posiada energochłonne ciągi technologiczne, jak np. elektryczne piece do wytopu żeliwa i staliwa. Trudno jest je zastąpić inną technologią, ale dzięki budowie własnego, przyjaznego dla środowiska źródła zasilania uzyskujemy znaczący efekt ekologiczny i finansowy. Funkcjonowanie elektrowni przyczynia się też, o czym już wspominałem, do redukcji krajowego bilansu węglowego, co wprost stanowi realizację zasad zrównoważonego rozwoju.

**R.K.:** – Dziękuję za rozmowę.

reklama

# SPIROL®

Od 1948

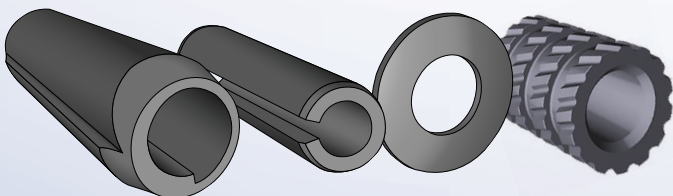
## KOŁKI ZWIJANE & KOŁKI SPREŻYSTE & SPREŻYNY DYSKOWE

Dostępne do kupienia online na

**Shop.SPIROL.com**

Szybko • Łatwo • Wygodnie • Bezpiecznie

**Pobierz Modele 2D/ 3D**  
**Również dla Insertów Gwintowanych**



Zgodne z:  
IATF 16949  
ISO 9001

Dodaj Certyfikat Materiałowy  
& Deklarację Zgodności CE  
do dowolnego zamówienia!

**Shop.SPIROL.com**

# Cyfryzacja polskich firm przemysłowych w dobie pandemii

Katarzyna Zajac

Koniec roku za pasem, niebawem miną również dwa lata od wybuchu pandemii Covid-19. Odnosnie do tych kwestii, poprosiliśmy współpracujące z nami firmy by zechciały opowiedzieć Czytelnikom o wpływie pandemii na ich wyniki i organizację pracy, a także o planach na przyszłość oraz przedstawić ocenę kondycji sektora automatyki przemysłowej w odniesieniu do realizacji idei Przemysłu 4.0.

**W**edług specjalistów z Autodesk, którzy przedstawili raport: „Digitalizacja polskich firm przemysłowych w dobie pandemii” (raport ten to podsumowanie badania przeprowadzonego w styczniu 2021 r. na grupie 211 polskich przedsiębiorstw; jest on kontynuacją badania z 2020 r. i przedstawia tematykę cyfryzacji polskich firm, uwzględniając kontekst trwającej pandemii), rośnie świadomość nt. rozwiązań Przemysłu 4.0 w polskich firmach. Skojarzenia z pojęciem Przemysłu 4.0 miało 85,3% ankietowanych, co stanowi wzrost

o 42% w porównaniu do ubiegłorocznego badania, w którym znajomość tego pojęcia potwierdziło 59,5% badanych, a ponad połowa z nich przyznała, że go nie rozumie.

Mimo niepewności związanej z pandemią COVID-19 prawie 56% firm albo utrzymało, albo przyspieszyło swoje inwestycje w cyfryzację. Co ciekawe, 9% firm wprowadziło nowe inwestycje w zakresie rozwiązań Przemysłu 4.0, które przed okresem pandemii nie były planowane.

Proces wdrażania innowacji to według przedstawicieli firm przemysłowych sposób na wzrost efektywności i elastyczności produkcji przedsiębiorstw (89,1%), możliwość zwiększenia konkurencyjności (87,7%), a także konieczność, by utrzymać dobrą pozycję na rynku (79,1%).

Według raportu 90% firm przemysłowych potwierdza, iż wprowadzenie Przemysłu 4.0 w chwili pojawienia się pandemii Covid-19 okazało się trafną decyzją.

Wyniki raportu jak również poniższe wypowiedzi przedstawiają optymistyczny obraz polskich firm, dlatego z tym większą przyjemnością zachęcam do lektury wywiadów z przedstawicielami firm branżowych.

Rozmowa z Aleksandrą Banaś, prezes zarządu spółki ifm electronic

## Przemysł 4.0. Najważniejsze wydarzenia wciąż przed nami

**R**edakcja: - W jaki sposób na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia zmieniły się oczekiwania względem technologii, którą głównie zajmuje się ifm electronic, czyli względem automatyki przemysłowej?

**Aleksandra Banaś:** - Współczesna i nowoczesna automatyka przemysłowa to nie tylko urządzenia, ale również innowacyjne oprogramowanie, wizualizacja dostosowana do potrzeb użytkownika, szybka parametryzacja, łatwa zmiana konfiguracji urządzeń z dostępem do korekt ustawień z różnych urządzeń, często smartfonów, które każdy z nas dziś ma zawsze pod ręką. Ponad pół wieku istnienia koncernu ifm electronic na globalnym rynku, także ostatnio w skomplikowanych okresach ogólnoswiatowego kryzysu gospodarczego czy pandemii, pokazuje, jak ważne są doświadczenie, pasja i stałe dążenie do bycia lepszym. To na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia było fundamentem naszych działań i kluczem do sukcesu.

Permanentne zmiany oczekiwań klientów i odbiorców względem nowych technologii, wywodzących się w ostatnich latach z czwartej rewolucji przemysłowej i epoki cyfryzacji, robotyzacji oraz automatyzacji niemal wszystkich branż i gałęzi przemysłu, wskazują jasno cel, do którego zmierzamy. Oferowane przez nas niezawodne czujniki, innowacyjne rozwiązania i nowoczesne systemy o unikalnej jakości dają naszym partnerom dostęp do futurystycznej technologii, która w prosty sposób pomaga w zarządzaniu informacjami. Nasze sensory czy pakiety oprogramowania nie tylko dostarczają tę nowoczesną technologię, ale jednocześnie gwarantują klientom podejmowanie zawsze świadomych decyzji, zwiększają efektywność procesów, poprawiają jakość pracy i całościowo zmniejszają koszty funkcjonowania przedsiębiorstwa przy równoczesnej optymalizacji zysków firmy.

Taka strategia przekłada się z kolei na ciągły rozwój organizacji. Szybka komunikacja, rzetelna informacja i efektywna





współpraca między poszczególnymi działami w organizacji to duże wartości dodane dla działalności każdego podmiotu, z których – przy skupieniu całej uwagi na wytwarzaniu produktów – menedżerowie mogą sobie nie zdawać sprawy. Przemysł 4.0 to nowatorski styl pracy i funkcjonowania fabryk, zakładów produkcyjnych, mniejszych przedsiębiorstw i małych firm. Dlatego nasi inżynierowie z centrum badawczo-rozwojowego, ściśle współpracując z instytucjami badawczymi, uczelniami, uniwersytetami oraz start-upami, nieustannie zgłaszają kolejne patenty i tworzą nowe zastosowania. Innowacyjność całej palety oferowanych przez ifm electronic produktów w obszarze Industry 4.0 jest na rynku automatyki przemysłowej bezkonkurencyjna, a międzynarodowy zespół fachowców sprzedażowych, złożony z 1300 inżynierów, stanowi o naszej sile.

**R.:** – Branża przemysłowa od dłuższego czasu żyje pod presją Przemysłu 4.0. Jak realizowana jest ta inicjatywa i co oznacza dla Państwa firmy?

**A.B.:** – Inżynieria ukierunkowana na specyfikę poszczególnych rynków i regionów pozwala tworzyć precyzyjne oferty indywidualne dla zróżnicowanych partnerów biznesowych. Dzięki temu dostarczamy dokładnie dopasowane narzędzia,

aby operatorzy utrzymania ruchu mieli łatwiejszą pracę, bo ta dziś jest obciążona dużym stresem i wysokim wskaźnikiem niepewności. Produkowane przez nas technologie gwarantują ograniczenie występowania błędów w pracy, bo ujawniają luki w najdrobniejszych procesach, które z kolei przekładają się na ogół produkcji. Wysokie standardy diagnozowania, monitorowania czy zarządzania w prostej linii oznaczają też dla menedżerów i kadry zarządzającej zwiększenie wydajności operacyjnej i możliwość szybkiego podejmowania decyzji, co w niepewnych dla przemysłu czasach oznacza elastyczne rozwiązywanie nawet najbardziej skomplikowanych sytuacji kryzysowych. Finalny efekt to pozytywny wpływ na rosnące dochody firmy produkcyjnej.

**R.:** – Jaki obszar w mijającym roku był dla Państwa największym wyzwaniem?

**A.B.:** – Jesteśmy przekonani, że innowacyjne technologie, wyprzedzające teraźniejszość, sprostają nawet najtrudniejszym i najbardziej futurystycznym wyzwaniom. Wśród tych wyzwań jest presja czasu produkcji i dostaw oraz obsługa klienta na najwyższym poziomie. W kontaktach niezmiennie wyznajemy naszą firmową dewizę: *ifm – close to you!*, ponieważ to nie jest zwykły slogan reklamowy, lecz prawdziwie zbudowana bliskość z klientem i stale utrzymywana więź, które łączą wszystkich mających kontakt z ifm electronic – naszych pracowników, współpracowników i partnerów spółki.

**R.:** – Które z inwestycji, w jakich brała udział firma ifm electronic w ostatnich kilku latach, można uznać za najważniejsze?

**A.B.:** – Najważniejsze wyzwania wciąż przed nami, dlatego już teraz pracujemy nad digitalizacją i automatyzacją kolejnych procesów, aby już wkrótce móc oferować perfekcyjne produkty, nie tylko na miarę Industry 4.0, ale i 5.0. Nasza inwestycja w rozwój własnych pracowników przynosi wymierne korzyści. Obrona wiele lat temu droga jest słuszna i dzięki niej przyszłość jawi się w „innowacyjnych” barwach.

**Redakcja:** – Jak polski przemysł powinien wyglądać w 2022 r.?

**A.B.:** – Budowanie pozytywnych relacji, dobre praktyki sprzedażowe i posprzedażowe – to na pewno nie zmieni się w naszej strategii na rok 2022. Choć otaczająca nas rzeczywistość jest każdego dnia inna i pełna wyzwań, to przy obecnym tempie rozwoju nie można przestać inwestować w nowe technologie. Automatyzacja, robotyzacja i cyfryzacja dziś są innowacjami, ale jutro może należeć już do innych, znacznie bardziej zaawansowanych technicznie rozwiązań. Ja życzę sobie i wszystkim osobom, które na co dzień mają do czynienia z zagadnieniami *smart factory* czy *smart manufacturing*, aby właśnie to jutro zawsze niosło wyłącznie pozytywne zmiany i by każdy mógł cieszyć się z godnej i ciekawej pracy, podejmując zawsze mądre i właściwe decyzje dla swojej firmy. My na pewno w tym pomożemy. ■

Rozmowa z przedstawicielami firmy Łukasiewicz – KOMEL: Magdaleną Szczyrbą, Stanisławem Gawronem, Emilem Królem

## Łukasiewicz – KOMEL i dekada wyzwań technologicznych

**Redakcja:** – W jaki sposób na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia zmieniły się oczekiwania względem technologii, którą głównie zajmuje się Łukasiewicz – KOMEL, czyli względem maszyn i napędów elektrycznych?

**Magdalena Szczyrba:** – Łukasiewicz – KOMEL ze swoją działalnością skoncentrowaną wokół elektromobilności znacząco wyprzedził obowiązujące dziś trendy, bowiem pierwsze seryjnie wykonane elektryczne silniki do pojazdów drogowych zaczęły powstawać w Instytucie już w 2005 roku. Były to elektryczne napędy o bardzo wysokich parametrach eksploatacyjnych, głównie wysokiej sprawności, do pojazdów marki SAM wyposażonych w elektryczne silniki projektu i produkcji KOMEL. Pojazdy te były przeznaczone głównie na rynek szwajcarski i niemiecki, a w Polsce z tamtych lat e-mobility była zaledwie odległym marzeniem. Jednak zdobyte w tym okresie doświadczenia pozwoliły Instytutowi na wypracowanie ugruntowanej pozycji oraz rozpoznawalnej marki wśród przedsiębiorców zajmujących się produkcją pojazdów z napędem elektrycznym (Solaris, Ursus, ZNTK Radom, AK Motors, Ele-DriveCo, FM Leżajsk, Bartesko, ICPT i inne).

Rynek elektromobilności pierwszej dekady XXI wieku napotykał wiele problemów, które powodowały, że trakcyjne napędy elektryczne były dla odbiorców i producentów nieatrakcyjne. Trudna dostępność komponentów, bardzo wysokie ceny (szczególnie akumulatorów), brak infrastruktury wspierającej (ładowanie, serwis) oraz – co wydaje się kluczowe – całkowity brak świadomości ekologicznej potencjalnych użytkowników pojazdów elektrycznych.

Elektryczna rewolucja transportowa w Polsce zaczęła się Ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych z 2018 roku i słynnym już przemówieniem premiera o milionie aut elektrycznych.

Uruchomiony program dotacyjny do samochodów elektrycznych dla osób fizycznych również wpłynął na zainteresowanie napędami elektrycznymi rodzimej produkcji, jednakże wyraźnie uwidocznił brak wsparcia dla przedsiębiorców w tej dziedzinie oraz intensywny wzrost znaczenia pojazdów elektrycznych produkowanych przez bezkonkurencyjne międzynarodowe koncerny samochodowe.

W tym samym czasie pojawiły się również wymogi wobec samorządów m.in. w kwestii wprowadzania taboru elektrycznych i ekologicznych pojazdów do działalności urzędów, służb publicznych czy komunikacji publicznej, co z kolei wpłynęło na większą dostępność środków na realizację nowych projektów dotacyjnych. W dalszej perspektywie umożliwiło to instytutowi realizację wielu nowych konstrukcji, wdrożeń i rozwiązań technologicznych z zakresu napędów i maszyn elektrycznych.

Łukasiewicz – KOMEL to jednak nie tylko elektromobilność. Instytut rozwija również działalność z zakresu OZE, największy wzrost w ostatniej dekadzie odnotowaliśmy na polu współpracy z Małymi Elektrowniami Wodnymi na terenie kraju, dla których Instytut regularnie produkuje hydrogeneratory. Z sukcesem wdrażane w elektrowniach w kraju.

Jednakże proces rozwoju małej energetyki wodnej w Polsce obecnie raczkuje, a powinien być rozwijany równolegle wraz z elektromobilnością, ponieważ obecnie nie mamy takich zasobów energetycznych, aby można było obsłużyć dynamicznie rozwijającą się elektromobilność. Główne przeszkody to brak zainteresowania rządu małą energetyką wodną (Wody Polskie), brak jakiegokolwiek wsparcia finansowego lub formalno-prawnego, bardzo długie i żmudne procedury związane z uzyskaniem pozwoleń wodno-prawnych i inne tego typu problemy.

Wg danych z Urzędu Regulacji Energetyki z 31.12.2012 r., na terenie Polski użytkowanych jest 750 Elektrowni Wodnych. Obecnie na terenie kraju istnieje ok. 7,5 tys. obiektów hydrotechnicznych, które nie są wykorzystywane. Dane oraz charakterystyka rynku są dostępne w organizacji Towarzystwo Elektrowni Wodnych, które powstało w 1991 roku i obecnie liczy 176 członków. Głównym celem działania TEW jest ochrona i reprezentacja istniejących elektrowni wodnych energetyki zawodowej oraz aktywne wspieranie rozwoju energetyki wodnej i innych odnawialnych źródeł energii.

Warto na koniec dodać, że zasoby wodne w Polsce w ilości 13,7 GWh rocznie są wykorzystywane tylko w 12%. W Europie pod tym względem Polska zajmuje jedno z ostatnich miejsc [1]. Ten niewielki procent stanowi 7,3% mocy zainstalowanej w krajowym systemie energetycznym. Liderem i niedoścignionym wzorcem w tej dziedzinie jest Norwegia, która uzyskuje z energii spadku wody 98% energii elektrycznej [2].

**Redakcja:** – Jaki obszar w mijającym roku był dla Państwa największym wyzwaniem?

**Emil Król:** – Największym wyzwaniem mijającego już roku 2021 okazało się opracowanie polskiego napędu do autobusów, ciężarówek i tramwajów. Cały proces projektowania oraz wykonania napotykał na liczne trudności, które związane były i są głównie z sytuacją pandemiczną. Dłuższa realizacja zamówień przez podwykonawców, zauważalnie wyższe ceny materiałów i półproduktów, trudna dostępność komponentów na rynku i wydłużone terminy dostaw oraz problemy wewnętrzne, takie jak braki kadrowe spowodowane pandemią czy przestoje produkcyjne. Pomimo zaistniałej sytuacji napęd autobusowy opracowany w 2021 roku wdrożony będzie w autobusach

produkowanych przez ARP E-Vehicles, co firma zapowiedziała w trakcie kilku imprez targowych i konferencyjnych.

Podobna sytuacja, czyli trudności terminowe i cenowe, uwidocznily się w zakresie realizacji kilku innych projektów, m.in.: elektrowni wodnej na Wyspie Młyńskiej w Bydgoszczy, gdzie docelowo w tym roku miały zostać uruchomione 3 wysoko-sprawne systemy do wytwarzania energii elektrycznej, 220 kW każdy, produkcji Łukasiewicz – KOMEL; realizacji typosze-regów hydrogeneratorów o mocach 45 kW, 55 kW oraz 90 kW, których proces wdrażania miał się odbyć z początkiem 2022 roku, a będzie odsunięty na rok 2023; oraz wysokosprawnego elektrycznego zespołu napędowego wraz z zasilaniem do łodzi rekreacyjnej typu *houseboat*.

**Redakcja:** – Które z inwestycji, w jakich brała udział firma Łukasiewicz – KOMEL w ostatnich kilku latach, można uznać za najważniejsze?

**Stanisław Gawron:** – Lata 2020–2021 to początek dużych zmian. W zamyśle Instytutu od wielu lat było stworzenie takich możliwości komercjalizacji, aby w niedalekiej przyszłości móc realizować kompleksową usługę od pomysłu – zaprojektowania aż po całościowe wykonanie bez konieczności korzystania z podwykonawców. Każda inwestycja jest istotna ze względu na wiele czynników, ale główne z nich to przyspieszenie procesu projektowego, produkcyjnego, pomiarowego, co usprawni kolejne etapy możliwości wdrożeniowych. Jest to widoczne rozwinięcie nie tylko wachlarza usług i produktów, ale i ich jakości.

W roku 2021 dzięki realizacji projektu inwestycyjnego dział komercjalizacji wdrożeń i produkcji Łukasiewicz – KOMEL przeszedł radykalną zmianę. Cel, którym zwieńczona będzie inwestycja, to utworzenie Centrum Prototypowania i Wdrożeń zaawansowanych napędów i maszyn elektrycznych. Całe wieloetapowe przedsięwzięcie zainicjował zakup zaawansowanych urządzeń obróbki ubytkowej, urządzeń pomiarowych oraz innych przyspieszających i doskonalących cały proces produkcji. Dokładne maszyny obróbcze umożliwiają osiągnięcie

wymaganej dokładności oraz powtarzalności wykonywanych elementów, przy jednoczesnym skróceniu czasu procesu produkcyjnego, co niesie ze sobą również spore oszczędności. Co istotne dla Instytutu, ograniczają również konieczność korzystania z firm zewnętrznych, a uniezależnienie się od zewnętrznych dostawców jest jednym z celów jednostki.

W tym samym 2021 roku, w listopadzie, zakończono inwestycję pt.: „Specjalistyczne stacje obliczeniowe dedykowane do projektowania i symulacji pracy napędów samochodów elektrycznych”. Zasadniczym, a zarazem kluczowym celem inwestycji było utworzenie pracowni obliczeniowej. Wyposażenie pracowni ma teraz zdolność do przeprowadzenia, na etapie projektowania, precyzyjnych analiz numerycznych i symulacji złożonych, wzajemnie powiązanych zjawisk fizycznych zachodzących w maszynach elektrycznych przeznaczonych dla rynku odnawialnych źródeł energii największych gabarytów. Wydajna pracownia obliczeniowa to kolejny kierunek rozwoju Przemysłu 4.0.

Również w 2021 roku rozpoczęła się inwestycja związana z modernizacją i rozbudową Laboratorium Maszyn Elektrycznych Łukasiewicz – KOMEL, której zakończenie planowane jest na koniec 2022 roku. Jest to bardzo istotna inwestycja, która w integracji z biurem projektowym i technologicznym, zakładem produkcyjnym oraz laboratorium stworzy nowe centrum kompetencji i będzie się wpisywać w potrzeby Przemysłu 4.0.

**Redakcja:** – Branża przemysłowa od dłuższego czasu żyje pod presją Przemysłu 4.0. Jak realizowana jest ta inicjatywa i co oznacza dla Państwa firmy?

**Magdalena Szczyrba:** – Aspekty Przemysłu 4.0. w Łukasiewicz – KOMEL koncentrują się na człowieku. Zgodnie z nowo tworzonymi modelami zarządzania staramy się wdrażać model tzw. „Inteligentnego inżyniera Przemysłu 4.0”. Zgodnie z założeniami strategii budujemy miejsce pracy atrakcyjne dla zatrudnionych zarówno w aspekcie zawodowym, jak i rozwoju osobistego. Nastawiamy się na działania komunikacyjne, ciągłe

reklama



**Łukasiewicz**  
Instytut Napędów  
i Maszyn  
Elektrycznych  
KOMEL



**Świąt**  
**pełnych energii!**

zbieranie informacji i uwag od pracowników, co pozwala na bieżący monitoring oczekiwań. Staramy się przyciągać młodych pracowników gotowych na długofalowy rozwój, inwestujemy w szkolenia, umożliwiamy ścieżkę awansu, motywujemy do zaangażowania – środowisko pracy w Instytucie dzięki temu jest nierotacyjne i stabilne mimo zmiennego w ostatnim czasie otoczenia zewnętrznego. Pracownicy korzystają z najnowszych światowych metod, programów i technologii symulacji i obliczeń numerycznych, co odpowiednio, właściwie tworzy inżyniera Przemysłu 4.0.

Budujemy również strukturę zorientowaną na klienta i elastyczną wobec oczekiwań rynku – z jednej strony, dzięki niewielkim rozmiarom Łukasiewicz – KOMEL, procesy decyzyjne czy projektowe są ułatwione, przez co małe zespoły projektowe doskonale się sprawdzają. W innych aspektach mała struktura, ze względu na braki kadrowe czy niewielkie siły produkcyjne, nie pozwala na podejmowanie wielkich projektów czy globalnych wyzwań tak, aby w pełni realizować strukturę Przemysłu 4.0.

Sieciovanie Instytutu, które ma miejsce od 1 kwietnia 2019 roku, pozwoli w dłuższej perspektywie czasu na lepsze i bardziej kompleksowe realizowanie działań ukierunkowanych na klienta. Również inwestycje realizowane przy wsparciu dotacji Łukasiewicza pozwolą z czasem na realizację założeń inteligentnej produkcji, takich jak poprawa wydajności dzięki poprawie jakości parku maszynowego i bezpośredniego połączenia z biurem projektowo-technologicznym, zwiększenie jakości i innowacyjności oferowanych usług i produktów poprzez zmodernizowane i zintegrowane laboratorium maszyn elektrycznych z całą infrastrukturą Łukasiewicza – KOMEL oraz poprawę jakości pracy.

**Redakcja:** – Jak polski przemysł powinien wyglądać w 2022 r.?

**Stanisław Gawron:** – Polski, ale i europejski przemysł w 2022 roku powinien zmierzać w kierunku coraz widocześniejszego uniezależnienia się od dostawców z rynków dalekowschodnich. Dostawcy m.in. magnesów trwałych do silników elektrycznych, ogniw bateryjnych, podzespołów elektronicznych (półprzewodniki) trzymają producentów z krajów Europy w szachu, dyktując dostępność i ceny komponentów, co wpływa na cenę produktu końcowego oraz terminy jego wytworzenia i dostarczenia. Uważam, że należy próbować stopniowo realizować samodzielną produkcję poszczególnych elementów składowych wyrobów, ograniczając tym samym ich import z Azji. Docelowo powinno to mieć wpływ na obniżenie cen nie tylko samych silników, ale i finalnie np. pojazdów elektrycznych. Często spotykamy się z określeniem „zrównoważony rozwój”. Jednak ostatnie miesiące pokazują, że Polska, ale i cała Europa, nie realizuje tego głównego celu, który sama sobie postawiła. Cel ten jest realizowany na innych płaszczyznach, głównie społecznych, co jest dobre. Jednak pamiętajmy o zrównoważonym rozwoju również dla przemysłu ogólnego i poszczególnych gałęzi gospodarki. Tak bardzo uzależniliśmy się od rynków dalekowschodnich, że nawet nie zdawaliśmy sobie z tego sprawy, a jednak pandemia koronawirusa obnażyła te słabości. Polska jest głównie „monterem” do składania samochodów, baterii, elektroniki itp. Przemysł w Polsce w 2022 roku powinien skoncentrować się na

procesie rozwijania własnych technologii, w różnych dziedzinach, a nie licencjonowaniu innowacji z obcych krajów.

**Redakcja:** – Jakie cele stawiają Państwo przed firmą i jakie są strategiczne plany firmy na najbliższe lata?

**Magdalena Szczyrba:** – Celem strategicznym Instytutu jest bezwątpienia utrzymanie i wzmocnienie roli lidera wśród jednostek zajmujących się problematyką maszyn i napędów elektrycznych, ich badaniami, rozwojem, projektowaniem, eksploatacją i diagnostyką. Jest to cel, który od lat funkcjonuje i który znajdziemy również w Strategii Rozwoju Instytutu na najbliższe 4 lata.

Jednak na cel główny składają się poszczególne składowe, które jedynie łącznie mogą zapewnić realizację nadrzędnych założeń. Uniezależnienie się od producentów zagranicznych, o którym mówiliśmy już wyżej, rozwój projektowania i wytwarzania innych typów silników elektrycznych – nie tylko z magnesami trwałymi – z uwzględnieniem zasady oszczędzania pierwiastków ziem rzadkich, która wpisuje się w działalność z zakresu czystej mobilności. Stały wzrost innowacyjności Instytutu oraz zwiększenie jego konkurencyjności na rynku poprzez inwestycje dotyczące rozwoju parku maszynowego, ale i funkcjonowania Instytutu w zakresie IT i cyberbezpieczeństwa.

Wiele działań i zamierzeń związanych jest zdecydowanie z kategorią ludzie i tworzeniem dla naszych pracowników środowiska, które jest atrakcyjne, które sprzyja rozwojowi osobistemu i zawodowemu (szkolenia, podnoszenie kompetencji, atrakcyjne systemy motywacji oraz pozapłacowych zachęt pracowniczych i inne). Planujemy aktywnie działać jako część Sieci Badawczej Łukasiewicza, uczestnicząc we wspólnych projektach i przedsięwzięciach krajowych i zagranicznych.

Z głównych celów szczegółowych można wymienić: rozwój nietypowych i dedykowanych napędów elektrycznych, w tym dla wojska i elektromobilności, zwiększenie udziału naszych produktów (systemów do wytwarzania energii elektrycznej) dla OZE, głównie w małej hydroenergetyce, oraz bardzo ważny kierunek: rozwój nowych konstrukcji maszyn elektrycznych o najwyższych parametrach eksploatacyjnych.

### Literatura

- [1] KALDA G.: *Analiza stanu energetyki wodnej w Polsce*. „Journal Of Civil Engineering, Environment And Architecture”, t. XXXI, z. 61 (4/14).
- [2] [http://energiaodnawialna.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=46&Itemid=27](http://energiaodnawialna.net/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=27).



Magdalena Szczyrba



Stanisław Gawron



Emil Król

Rozmowa z Arturem Pollakiem, Prezesem Zarządu APA Group

## Przenieść firmę w inny wymiar



**R**edakcja: – W jaki sposób na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia zmieniły się oczekiwania względem technologii, którą głównie zajmuje się APA Group, czyli względem automatyki przemysłowej?

**Artur Pollak:** – Można powiedzieć, że ze względu na dynamikę zmian mamy do czynienia z rewolucją. Kiedyś APA zajmowała się analizą projektową i dostarczaniem linii technologicznych. Prace były niezwykle precyzyjne i czasochłonne. W języku potocznym powiedzielibyśmy „koronkowa robota”. Dzisiaj jednak stosujemy niezwykle zaawansowane narzędzia związane z symulacją procesów, dzięki którym minimalizujemy czas realizacji tego typu projektów. Obraliśmy kierunek wykorzystywania tzw. „cyfrowych bliźniaków”. Jakże to daje efekty? Kiedyś uruchomienie fabryki trwało od 1 do 1,5 roku, obecnie ten czas został skrócony do 2–3 miesięcy.

**R:** – Branża przemysłowa od dłuższego czasu żyje pod presją Przemysłu 4.0. Jak realizowana jest ta inicjatywa i co oznacza dla Państwa firmy?

**A.P.:** – APA Group przede wszystkim akceptuje sytuację taką, w jakiej przedsiębiorcy zostali zastani: ponieśli już wielowymiarowe koszty inwestycji, zakupili park maszynowy. Wykorzystujemy istniejącą infrastrukturę do tego, aby przenieść ją, taką jaka jest, na zupełnie nowy poziom funkcjonowania. Dodajemy do niej brakujące ogniwa w postaci uczenia maszynowego, sztucznej inteligencji, IIoT i innych elementów Przemysłu 4.0. Dzięki temu infrastruktura klienta nie starzeje się. Jest upgrade'owana jak nowoczesne smartfony. Pozwala nam to wycisnąć z niej maksymalne korzyści dla wielu beneficjentów: właścicieli, menedżerów, służb utrzymania ruchu i in. Niedawno stworzyłem we współpracy z Polsko-Niemiecką Izbą Przemysłowo-Handlową AHK książkę *Przedsiębiorstwo 4.0, 360° – rekomendacja dobrych praktyk*. Jest to liczący ponad

250 stron bezpłatny, kompleksowy przewodnik po cyfryzacji przedsiębiorstwa. Stworzyliśmy go z myślą o edukacji rynku, szczególnie w sektorze MŚP.

**R:** – Jaki obszar w mijającym roku był dla Państwa największym wyzwaniem?

**A.P.:** – Największym wyzwaniem zawsze jest pokazanie klientom, że nowoczesna technologia wcale nie jest fanaberią, tylko przenosi firmę w zupełnie inny wymiar. Dużo większych zysków i oszczędności. Przewagi konkurencyjne, które można zyskać dzięki tym rozwiązaniom, są bezdyskusyjne. Jednakże wejście do czegoś nowego wymaga odwagi i pewnej dojrzałości organizacyjnej.

**R:** – Które z inwestycji, w jakich brała udział firma APA Group w ostatnich kilku latach, można uznać za najważniejsze?

**A.P.:** – Działamy w takiej branży, która nie pozwala nam mówić wprost o naszych inwestycjach. Nasze projekty dotyczą strategicznych obszarów technologicznych i w zdecydowanej większości objęte są umowami NDA. Tylko w tym roku zaimplementowaliśmy kilkanaście przełomowych technologii w zakładach produkcyjnych największych firm produkcyjnych na świecie, rozwinęliśmy badania nad platformą IIoT NAZCA 4.0, uruchomiliśmy Centrum Testowania Technologii Przemysłu 4.0 – jedyny taki *showroom* w Polsce, upgrade'owaliśmy autorskie systemy automatyki budynkowej i efektywności energetycznej.

**R:** – Jakie cele stawia Pan przed firmą i jakie są strategiczne plany firmy na najbliższe lata?

**A.P.:** – Chcemy doprowadzić polską gospodarkę do tego, by czerpała pełnymi garściami z cyfrowej transformacji. Będziemy w dalszym ciągu edukować i pokazywać zyski z bycia efektywnym energetycznie, ze zmniejszania śladu węglowego. Będziemy udowadniać, że warto inwestować w technologię, bo to ona jest odpowiedzią na problemy, które dzisiaj utrudniają nam życie.

**Artur Pollak**, Prezes Zarządu APA Group, Członek Rady Programowej Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej oraz Członek Zarządu Polsko-Niemieckiej Izby Przemysłowo-Handlowej, a także Członek Zarządu Polskiego Stowarzyszenia Budownictwa Ekologicznego. Zasiada w Radzie Łoży Katowickiej Business Centre Club. Współtwórca Polskiego Klastra IoT & AI „Sinotaic”. Ekspert w zakresie komputerowych systemów sterowania. Przewodził kilkunastu projektom, tworząc fabryki określane mianem Industry 4.0 w Europie i Chinach. Twórca ultranowoczesnego *showroomu* technologicznego w Gliwicach Black House oraz Centrum Testowania Technologii Przemysłu 4.0. Współpracował z takimi koncernami, jak: VW, GM, 3M, Daimler, MAN, Amazon, Tesla czy Siemens. ■

Rozmowa z przedstawicielem Grupy Cantoni

## Jubileusz działalności i nieprzerwany rozwój

**R**edakcja: – W jaki sposób na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia zmieniły się oczekiwania względem technologii, którą głównie zajmuje się Grupa Cantoni, czyli względem silników elektrycznych?

**Grupa Cantoni:** – Grupa Cantoni to światowy lider produkcji silników elektrycznych w zakresie mocy od 0,04 kW do 6000 kW oraz hamulców do silników elektrycznych.

Silniki elektryczne są produkowane przez firmy: Besel SA w Brzegu, Celma Indukta SA w Cieszynie i Bielsku-Białej, Emit SA w Żychlinie. Hamulce produkuje firma Ema-Elfa Sp. z o.o. w Ostrzeszowie.

W ostatnich latach najważniejszym zadaniem producentów silników elektrycznych jest uzyskanie jak najwyższej efektywności energetycznej silników. W lipcu 2021 roku weszły w życie nowe wymagania w zakresie minimalnego poziomu sprawności silników asynchronicznych wprowadzanych na rynek Unii Europejskiej (Rozporządzenie Komisji UE 2019/1781 wraz z nowelizacją 2021/341) i wymusiły ich stosowanie przez wszystkich graczy tego rynku.

„Wspomniane rozporządzenie wprowadza szereg zmian i stawia nowe wyzwania przed producentami silników elektrycznych oraz ich użytkownikami. Najważniejsze z nich to wymaganie sprawności w klasie IE3 dla silników przeciwybuchowych (z wyłączeniem silników przeznaczonych dla przemysłu górniczego), określenie minimalnej klasy sprawności IE4 dla silników o mocy od 75 kW do 200 kW oraz wprowadzenie poziomu IE3 również dla silników zasilanych z przemienników częstotliwości (wykluczenie możliwości wprowadzania na rynek silników w klasie sprawności IE2 do zasilania z przemienników częstotliwości)” – więcej szczegółów dotyczących nowego rozporządzenia mogą Państwo znaleźć na stronie: [www.cantonigroup.com](http://www.cantonigroup.com) w zakładce Aktualności.

**R.:** – Jaki obszar w mijającym roku był dla Państwa największym wyzwaniem?

**Grupa Cantoni:** – W obecnym roku największym wyzwaniem dla Grupy Cantoni było i nadal jest zdobycie wymaganej ilości surowców do produkcji silników elektrycznych. Galopujące ceny stali, miedzi, aluminium i innych materiałów oraz ich niedostatek, a w konsekwencji reglamentacja i brak bezpieczeństwa, są ogromnym problemem całego łańcucha dostaw.

Temat rosnących kosztów jest niestety obecny również w innych obszarach gospodarki i usług – czy to w przypadku coraz wyższych kosztów energii, transportu czy kosztów pracowniczych.

Ponadto niestabilna sytuacja na rynku walutowym, a co za tym idzie – duże wahania kursów walut stanowią ogromne utrudnienia w funkcjonowaniu Grupy.

Wszystkie te kwestie wymagają ogromnych umiejętności i doświadczenia w organizacji pracy, zarządzaniu i planowaniu. Korzystamy tu z dziesiątek lat naszej pracy nad harmonijnym funkcjonowaniem wszystkich ogniw naszych fabryk nawet w tak trudnych okolicznościach, dzięki czemu Grupa Cantoni, pomimo pojawiających się trudności, bezustannie oferuje produkty i usługi na najwyższym poziomie.

**R.:** – Które z inwestycji, w jakich brała udział firma Cantoni w ostatnich kilku latach, można uznać za najważniejsze?

**Grupa Cantoni:** – Inwestycje oraz rozwój są od lat priorytetem dla Grupy Cantoni. Akcjonariusze systematycznie inwestują w park maszynowy i rozwój poszczególnych Spółek Grupy Cantoni: Besel SA, Celma Indukta SA, Emit SA, Ema Elfa Sp. z o.o.

Trudno określić, która z inwestycji była najważniejsza. Zasadniczo priorytetem jest automatyzacja produkcji oraz usprawnienie kontroli jakości procesu. Wiąże się to ze zwiększeniem wydajności oraz ciągłym podnoszeniem jakości naszych silników.

Niektóre z inwestycji z ostatniego okresu to m.in.: nowe linie do automatycznego zwojenia stojana, linia do impregnacji, prasa do formowania czoł, urządzenie do pakietowania stojanów, szereg maszyn do obróbki mechanicznej, testery stojana i silnika, nowe centrum tokarskie i frezarskie oraz wiele innych.

Obecnie jesteśmy na etapie kończenia budowy Centrum Badawczo-Rozwojowego Maszyn Elektrycznych, które powstaje w fabryce Emit SA w Żychlinie.

**R.:** – Jak polski przemysł powinien wyglądać w 2022 roku?

**Grupa Cantoni:** – Polski przemysł powinien się rozwijać harmonijnie. Szczególnie nasza branża, która ma długie tradycje. W ostatnich dwóch latach obchodziliśmy 100-lecie naszych fabryk. W roku 2020 swoje 100-lecie istnienia obchodziła firma Celma Indukta SA w Cieszynie. Natomiast w roku 2021 podobną rocznicę obchodzi firma Emit SA w Żychlinie. Są to piękne jubileusze, które są ukoronowaniem wieloletnich wysiłków i pracy, doświadczenia, dobrej organizacji i najwyższej jakości produktów oferowanych przez Grupę Cantoni.

Aby tak wysoki poziom produkcji i przemysłu mógł się nadal utrzymywać, potrzebne jest do tego wsparcie ze strony rządzących, szczególnie w obszarze stabilnej polityki finansowej i podatkowej oraz regulacji cen mediów z uwzględnieniem specyfiki branż przemysłowych. Działalność bez pewności regulacji i braku określonych perspektyw nie motywuje do efektywnej pracy.

**R.:** – Jakie cele stawiają Państwo przed firmą i jakie są strategiczne plany firmy na najbliższe lata?

**Grupa Cantoni:** – Najważniejszym celem Grupy Cantoni jest rozwój fabryk, zwiększenie ich mocy przerobowych m.in. poprzez automatyzację produkcji i dalsze inwestycje w park maszynowy. Wspomniany rozwój jest ściśle powiązany z kolejnym celem,

a mianowicie ze zwiększaniem sprzedaży na rynku krajowym oraz dalszą ekspansją na rynki zagraniczne.

Nasz plan na przyszłość to ugruntowanie rozpoznawalności marki Cantoni w Polsce, ale również na świecie. ■

Rozmowa z **Danielem Kowalskim**, prezesem zarządu w firmie **5sAUTOMATE sp. z o.o.**

## Lean Robotics – elastyczne i modułowe rozwiązania

**R**edakcja: – W jaki sposób na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia zmieniły się oczekiwania względem technologii, którą głównie zajmuje się 5sAUTOMATE, czyli względem robotyki?

**Daniel Kowalski:** – Nasza firma działa od 3 lat, ale w przemyśle funkcjonujemy od około 20 lat. Trudno odpowiedzieć na to pytanie, bo każda branża rządzi się własnymi prawami, a oczekiwania zmieniają się z firmy na firmę. My jednak zauważamy pewien wspólny mianownik, który utwierdza nas w przekonaniu, że nasza strategia związana z modułowością i elastycznością rozwiązań była dobra. Rynek wymusza takie rozwiązania, a my je dostarczamy.

**R.:** – Branża przemysłowa od dłuższego czasu żyje pod presją Przemysłu 4.0. Jak realizowana jest ta inicjatywa i co oznacza dla Państwa firmy?

**D.K.:** – Jeśli dla kogoś Przemysł 4.0 stanowi presję, a nie element strategii, to oznacza, że jeszcze nie podjął tematu w odpowiedni sposób lub z odpowiednią osobą. Nie można traktować Przemysłu 4.0 jako coś, co ma nas przytłoczyć. Musimy poszukiwać takich rozwiązań, które pozwolą nam na automatyzację procesów produkcyjnych również w lekkiej formie Lean Robotics, które odciążą nas i naszych pracowników od monotonicznych czynności, a pozwolą na koncentrację na samym procesie i celach operacyjnych.

**R.:** – Jaki obszar w mijającym roku był dla Państwa największym wyzwaniem?

**D.K.:** – Czas pandemii był okresem dziwnym. Z jednej strony część firm wstrzymywała projekty ze względu na niepewność rynkową, a z drugiej poszukiwały konkretnych rozwiązań, co zauważyliśmy podczas jesiennych targów branżowych. Zmiana jakościowa rozmów o szybkiej automatyzacji daje nadzieję na pobudzenie świadomości w zakresie podejścia do Przemysłu 4.0. Każde wyzwanie jest dla nas próbą naszych zdolności adaptacyjnych, umiejętności reagowania, powodem do rewizji strategii.

Ten rok pomimo wielu przeciwności uważamy za udany, a na nadchodzące lata patrzymy z optymizmem.

**R.:** – Które z inwestycji, w jakich brała udział firma 5sAUTOMATE w ostatnich kilku latach, można uznać za najważniejsze?

**D.K.:** – 5sAUTOMATE inwestuje nieustannie w rozwój własny, a także naszych partnerów czy klientów. Wspólnie z partnerami i zaprzyjaźnionymi organizacjami realizujemy projekty związane z edukacją przyszłej kadry, tworząc studia z zakresu Przemysłu 4.0, a od strony technicznej poszukujemy dla naszych klientów rozwiązań, które wpisywałyby się w nasze podejście w stylu Lean Robotics: elastycznie, modułowo i efektywnie kosztowo.

**R.:** – Jak polski przemysł powinien wyglądać w 2022 roku?

**D.K.:** – Jeżeli polskie firmy chcą być nadal konkurencyjne, to nie powinny patrzeć na rok 2022, a sięgać wzrokiem o wiele dalej w przyszłość: lata 2025–2030, a w roku 2022 już realizować projekty szybkiej automatyzacji, optymalizacji procesów, szkoleń, inwestycji w kadry. Modułowe podejście do robotyzacji ułatwia wejście na wyższy poziom technologiczny, a przy tym nie obciąża mocno budżetów.

**R.:** – Jaki cele stawia Pan przed firmą i jakie są strategiczne plany firmy na najbliższe lata?

**D.K.:** – Cel główny, o którym głośno mówimy, to przede wszystkim realizacja mojego hasła: DEMOKRATYZACJA AUTOMATYZACJI. Dzięki naszym robotom, których cena rozpoczyna się już od 15 000 EURO, przełamujemy barierę kosztową i docieramy do firm sektora MŚP, dla których dotychczasowe rozwiązania były za drogie. Jednocześnie angażujemy się w edukację, pokazując, że można szybko i łatwo przekształcić firmy, które chciałyby dołączyć do grona zaawansowanych technologicznie, ale bez wykładania ogromnych funduszy już na początek przygody z Przemysłem 4.0. ■

Rozmowa z Mariuszem Szwagrzykiem,  
Dyrektorem Marketingu w firmie Endress+Hauser

## Katalizator zmian w przemyśle

**R**edakcja: – W jaki sposób na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia zmieniły się oczekiwania względem technologii, którą głównie zajmuje się Endress+Hauser, czyli względem aparatury pomiarowej?

**Mariusz Szwagrzyk:** – Klienci coraz częściej oczekują, że aparatura pomiarowa będzie nie tylko źródłem danych pomiarowych, ale również danych diagnostycznych i technologicznych, umożliwiając jak najszybszą reakcję na odchyłki w procesie, wdrożenie taktyki predykcyjnego utrzymania ruchu, a także optymalizację kosztów OPEX. Samo określenie wartości pomiarowej już nie wystarcza. Klienci chcą mieć szybki dostęp do danych (na żądanie, w czasie rzeczywistym), by móc szybciej podejmować właściwe decyzje. Przełom, jaki dokonał się w przemyśle w ostatnich 10 latach – przede wszystkim zwrot w kierunku cyfrowych standardów komunikacji, Bluetooth, algorytmów pracujących z wykorzystaniem BigData procesu technologicznego, a także w kierunku chmury przemysłowej – jest na to najlepszym dowodem.

**R.:** – Branża przemysłowa w Polsce w ostatnich latach doświadczyła pierwszych wdrożeń koncepcji Przemysłu 4.0. Jak realizowana jest ta inicjatywa i co oznacza dla Państwa firmy?

**M.Sz.:** – To prawda. Coraz więcej przedsiębiorstw decyduje się na implementację w swoich zakładach rozwiązań IIoT. Analizując różne gałęzie przemysłu, możemy zaobserwować podobne tendencje rynkowe. Firmy stawiają duży nacisk na poprawę jakości, personalizację wyrobów, optymalizację zużycia surowców i mediów technologicznych w produkcji, zarządzanie zapasami oraz możliwość szybszej reakcji na zmiany rynkowe. Jesteśmy świadkami ewolucji w ekosystemach zakładów przemysłowych, która dotyczy dostawców, takich jak my, ale w równym stopniu również firm integratorskich – naszych partnerów. Wszyscy zdaliśmy sobie sprawę, że w Big Data tkwi ogromny potencjał do wyciągania wniosków, do korekt i usprawnień. Dzięki pełnemu wykorzystaniu danych z czujników, szczególnie tych, które dotychczas były pomijane przez systemy PLC i DCS, i dzięki pracującym na nich algorytmom można m.in. skuteczniej obniżyć koszty energii elektrycznej i cieplnej, efektywniej kontrolować aktywa obrotowe i szybciej obsługiwać transakcje B2B. Wszystko to sprawia, że coraz więcej firm, również z sektora MŚP, rozważa wdrożenie elementów Przemysłu 4.0 w swoich zakładach.

**R.:** – Jaki obszar w mijającym roku był dla Państwa największym wyzwaniem?



**M.Sz.:** – Podobnie jak rok temu, w 2021 r. działaliśmy w warunkach wzmożonej niepewności wywołanej pandemią. Dużym wyzwaniem było dla nas dostosowanie się do zmiennych warunków otoczenia, a także załagodzenie ich wpływu na biznes. Wymagało to od nas m.in. wzbogacenia portfolio usług serwisowych o nowe możliwości rozwiązywania problemów zdalnie, a także z gwarantowanym czasem reakcji (*Instrumentation Support*). Wdrożyliśmy również z sukcesem do naszego portfolio systemy do zaawansowanej analizy gazów i ciał stałych, przeznaczone do kontroli jakości w branży chemicznej, naftowo-gazowej i farmaceutycznej. Jednocześnie wzięliśmy na siebie misję edukacji przedsiębiorstw w zakresie IIoT. Poprzez liczne webinaria, konferencje i spotkania *face-to-face*, wspólnie z ekspertami reprezentującymi pozostałych liderów wśród dostawców dla przemysłu oraz autorytetami w dziedzinie cyberbezpieczeństwa i transformacji cyfrowej przemysłu, w największych miastach w Polsce rozmawialiśmy o korzyściach płynących z IIoT, wyjaśniając również, jak się do nadchodzących zmian przygotować.

**R.:** – Które z inwestycji, w jakich brała udział firma Endress+Hauser w Polsce w ostatnich kilku latach, można uznać za najważniejsze?

**M.Sz.:** – Za szczególnie ważne uznajemy te inwestycje, które *summa summarum* przyczyniły się do poprawienia efektywności energetycznej zakładów, zwiększenia bezpieczeństwa



i niezawodności oraz ograniczenia negatywnego oddziaływania przemysłu na środowisko. W przypadku tego ostatniego mam tu na myśli m.in. inwestycje w instalacje odsiarczania spalin, budowy i modernizacje oczyszczalni ścieków przemysłowych i bytowych oraz instalacje chroniące źródła wody. Staliśmy się w Polsce głównym partnerem dla zagranicznych inwestorów, którzy pracują na rzecz elektromobilności, wytwarzając akumulatory m.in. do samochodów elektrycznych. W ostatnich latach w naszym kraju powstało kilka tego typu fabryk i planowane jest otwarcie kolejnych. W większości z nich proces produkcyjny jest opomiarowany naszymi urządzeniami.

**R.:** – Jak polski przemysł powinien wyglądać w 2022 roku?

**M.Sz.:** – Jestem przekonany, że przemysł wykona kolejny krok w stronę cyfryzacji, z zachowaniem najwyższych standardów cyberbezpieczeństwa. Rozmawiając z klientami o Przemśle 4.0, wielokrotnie słyszymy o obawach związanych z ochroną danych i informacji wrażliwych, kluczowych dla pozycji rynkowej podmiotu. Naszą rolą, jako lidera rynkowego, jest – we współpracy z niezależnymi ekspertami – edukacja przedstawicieli kadry zarządzającej i inżynierskiej polskiego przemysłu, iż te obawy nie mają swojego odzwierciedlenia w praktycznych wdrożeniach. Wierzę ponadto, że młode pokolenie inżynierów, wchodzące na rynek pracy w Polsce w najbliższych latach, stanie się katalizatorem tej zmiany. ■

Rozmowa z Magdaleną Nieckarz, przedstawicielem firmy CPP „PREMA” SA

## Sprostac̄ rosnącym oczekiwaniom rynku

**R**edakcja: – W jaki sposób na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia zmieniły się oczekiwania względem technologii, którą głównie zajmuje się CPP „PREMA” SA, czyli względem pneumatyki?

**Magdalena Nieckarz:** – Czasy, z jakimi przyszło się mierzyć ludziom, stawiają także nowe wyzwania dla firm produkcyjnych. Aby podtrzymać pozycję lidera na rynku, koniecznością było sprostać oczekiwaniom technologii pod względem pneumatyki.

Pierwszym głównym założeniem strategicznym było przejście w firmie z obrabiarek konwencjonalnych na obrabiarki sterowane numerycznie. Chcieliśmy zastosować nowoczesne technologie, które pozwolą nam na precyzję wykonywanego detalu z wysoką jakością wykończenia, wydajność i znacznie szybszą obróbkę skrawania, minimalizację kosztów produkcji przy jednoczesnym zwiększeniu jej tempa.

Wprowadzenie do firmy nowych technologii wiązało się również z zakupem zintegrowanych systemów wspomagania procesów projektowania i wytwarzania. Oznacza to, że mamy większy wpływ na jakość usług, co jednocześnie przekłada się na mniejsze ryzyko ewentualnych trudności czy uszkodzeń na etapie procesu obróbki, zwłaszcza podczas wykonywania elementów na specjalne zamówienie klientów.

Ponadto oprócz wyrobów gotowych pojawiło się na rynku zapotrzebowanie na budowę maszyn przemysłowych, linii produkcyjnych – jako firma musimy sprostać oczekiwaniom rynkowym, które narzucają kompleksową obsługę – rozpoczynając od projektu technologicznego, kończąc na gotowej do pracy maszynie.

**R.:** – Branża przemysłowa od dłuższego czasu żyje pod presją Przemysłu 4.0. Jak realizowana jest ta inicjatywa i co oznacza dla Państwa firmy?



**M.N.:** – Zarządzanie przez inteligentny system informatyczny, który w sposób samodzielny steruje wszystkimi procesami produkcyjnymi, zapewniając jednocześnie maksymalne bezpieczeństwo pracowników – to cel wielu firm produkcyjnych. Obecnie w naszej firmie analizujemy takie rozwiązanie pod względem korzyści i zagrożeń.

Przemysł 4.0 to koncepcja opisująca złożony proces transformacji technologicznej i organizacyjnej przedsiębiorstw, który obejmuje integrację łańcucha wartości, wprowadzanie nowych modeli biznesowych oraz cyfryzację produktów i usług.

Wdrażanie tych rozwiązań możliwe jest dzięki wykorzystaniu nowych technologii cyfrowych, zasobów danych oraz zapewnieniu komunikacji w sieci współpracy maszyn, urządzeń i ludzi. W przyszłości zamierzamy rozpocząć pracę nad koncepcją

wdrożenia Przemysłu 4.0 w naszym przedsiębiorstwie. Czynnikiem napędzającym transformację w tym kierunku są coraz bardziej zindywidualizowane potrzeby klientów i narastający trend personalizacji produktów i usług.

**R.:** – Jaki obszar w mijającym roku był dla Państwa największym wyzwaniem?

**M.N.:** – Zdecydowanie Covid-19. Ogłoszenie pandemii wpłynęło na pracę wszystkich firm w Polsce. Jednym z pól, z którymi przyszło nam się zmierzyć, było wprowadzenie restrykcji w firmie, tak aby każdy pracownik był bezpieczny pod względem zdrowotnym. Podczas gdy pracownicy biurowi mogą więcej obowiązków wykonywać z domu, osoby zatrudnione przy produkcji nadal muszą pozostawać na halach. Aby zachować ciągłość łańcucha dostaw, nie mogliśmy sobie pozwolić na przestoje w produkcji, dlatego musieliśmy wprowadzić pracę zmianową.

Jednak największym wyzwaniem był problem w dostawach materiałów. Brak komponentów i części niezbędnych do produkcji bądź świadczenia usług był dla nas hamulcem, zapobiegawczo zaczęliśmy zabezpieczać stany magazynowe podzespołów i surowców niezbędnych do produkcji. Naszym celem było zachowanie płynności dostaw dla klientów. Zauważalny też był spadek liczby klientów odwiedzających nasz punkt sprzedażowy, dlatego przedsięwzięliśmy wszelkie środki, aby rozwinąć sprzedaż internetową i tym kanałem dystrybucji docierać do naszych klientów.

**R.:** – Które z inwestycji, w jakich brała udział firma CPP „PREMA” SA w ostatnich kilku latach, można uznać za najważniejsze?

**M.N.:** – Stworzenie strategii rozwoju w naszej firmie to element niezbędny do sprawnego funkcjonowania oraz rozwoju w perspektywie długofalowej. Świadomie i skutecznie planujemy działania zmierzające do osiągania kolejnych celów strategicznych, co pozwala nam na właściwe zarządzanie i organizację produkcji oraz realizację głównych założeń firmy, przyczyniając się do wzmocnienia jej pozycji na rynku. Najważniejsze inwestycje:

- norma ISO: w zakresie systemu zarządzania jakością dostosowaliśmy nasz system jakości z poprzedniej normy ISO 9001:2008 do nowej normy ISO 9001:2015, uzyskując certyfikat TÜV SÜD Management Service GmbH ważny od 21.11.2017 roku. Wprowadzenie nowej wersji normy wiąże się z ciągłym rozwojem i udoskonalaniem systemu. Nowa struktura jest bardziej kompatybilna z innymi systemami zarządzania. Główne zmiany polegają na podejściu opartym na ryzyku oraz wiedzy organizacji, zaangażowaniu stron zainteresowanych oraz większym nacisku w kontekście organizacji oraz roli usług;
- zakup nowoczesnych obrabiarek – unowocześnienie parku maszynowego;
- utworzenie i wyposażenie laboratorium badawczo-rozwojowego;

- rozpoczęcie inwestycji montażu instalacji fotowoltaicznej o mocy 200 kWp;
- istotne dla Spółki stało się wstąpienie do grona Grupy Kapitałowej Agencji Rozwoju Przemysłu SA. Dało to impuls do wspólnego działania w rozwoju wśród członków ARP SA;
- następnym kamieniem milowym, który poczyniła CPP „PREMA” SA jest praca nad kompleksową sprzedażą *e-commerce*, gdzie zostaje przeniesiona istotna część zaplecza handlowego.

**R.:** – Jak polski przemysł powinien wyglądać w 2022 roku?

**M.N.:** – W dobie panującej pandemii ciężko jest odpowiedzieć na pytanie, jak polski przemysł powinien wyglądać w 2022 roku. Zdecydowanie łatwiej byłoby nam odpowiedzieć na pytanie, jak byśmy chcieli, aby wyglądał polski przemysł w 2022 roku z perspektywy firmy produkcyjnej.

Obecnie mierzymy się z kilkoma wyzwaniami: z rosnącymi kosztami produkcji, a co za tym idzie – wzrostami kosztów naszych produktów przy cenie końcowej oferowanej klientowi, z dostępnością materiałów i surowców niezbędnych do wyprodukowania asortymentu oraz ze słabnącym popytem na niektóre towary. W przypadku ostatniego zdajemy sobie sprawę, że dużą rolę odgrywa wzrost cen, a jeszcze większą fakt, iż przedsiębiorcy, chcąc zwiększyć konkurencyjność swojej firmy, coraz częściej decydują się na import towarów zagranicznych. Rozwiązania te mogą być tańsze, lecz niekoniecznie idące za jakością.

Podsumowując, chcielibyśmy stabilizacji kosztowej i popytowej pod względem produkcji, unormowania dostępności materiałów produkcyjnych również pod względem cenowym, a także wzajemnej wymiany handlowej między polskimi firmami, co w konsekwencji zmniejszyłoby popyt na importowane towary zagranicznych, a zwiększyłoby zapotrzebowanie na polskie produkty na rynku wewnętrznym. Chcielibyśmy, aby polski przemysł w 2022 roku skupił się przede wszystkim na szukaniu rozwiązań i zapotrzebowań w pierwszej kolejności od polskich producentów, co z pewnością poprawiłoby kondycję wielu firm krajowych w dobie panującej pandemii.

**R.:** – Jakie cele stawia Pani przed firmą i jakie są strategiczne plany firmy na najbliższe lata?

**M.N.:** – Celem naszej firmy jest dalsze zapewnianie najwyższej jakości produktów pneumatycznych, które będą gwarantem satysfakcji naszych obecnych i przyszłych klientów. Stale rozwijamy każdy segment firmy w celu doskonalenia naszych produktów oraz jakości obsługi. Chcemy, aby nasza obsługa klientów była kompleksowa oraz zaspokajała potrzeby i oczekiwania naszych klientów w zakresie oferowanego/produkowanego przez nas asortymentu.

Naszym strategicznym planem przyszłościowym jest stała poprawa jakości wyrobów, obsługa klientów na najwyższym poziomie, stały rozwój firmy poprzez wdrażanie nowych technologii, które mają w pełni zaspokoić ciągle rosnące potrzeby naszych klientów, a także pozyskiwanie kontrahentów zagranicznych. ■

*Nasze zabezpieczenie – Twoja korzyść*



Nasze bezpieczniki zapewniają bezpieczeństwo ludziom, maszynom, systemom.

Niezawodnie.



SIBA Polska Sp. z o.o., 05-082 Stare Babice, ul. Warszawska 300 D  
tel.: 22 832 14 77, 601 241 236, 603 567 198, e-mail: siba@siba-bezpieczniki.pl, www.siba-bezpieczniki.pl

Rozmowa z Pawłem Podsiadło, Dyrektorem ds. Marketingu  
w firmie ASTOR Sp. z o.o.

## Przemysł 4.0 – nasz obszar strategiczny

**R**edakcja: – W jaki sposób na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia zmieniły się oczekiwania względem technologii, którą głównie zajmuje się Astor, czyli względem rozwiązań automatyzacji, robotyzacji i cyfryzacji procesów produkcyjnych?

**Paweł Podsiadło:** – Ostatnia dekada to bardzo dynamiczny okres wzrostu zainteresowania systemami zrobotyzowanymi. W firmie ASTOR od wielu lat mocno inwestujemy w ten obszar, rozwijając nasz zespół ekspertów i poszerzając ofertę produktową. Tu oczekiwania klientów zwróciły się w kierunku robotyzacji procesów: spawania, paletyzacji i depaletyzacji oraz transportu wewnątrzzakładowego. Klienci, inwestując w ten obszar, oczekują korzyści w postaci podniesienia efektywności produkcji, co przekłada się na zwiększenie konkurencyjności.

Obszar transportu wewnątrzzakładowego (intralogistyka) przyniósł wiele innowacji, m.in.: autonomiczne roboty mobilne (AMR), które dzięki wyposażeniu w czujniki laserowe i inteligentne kamery realizują najczęściej procesy przewożenia pojemników z detalami oraz współpracują z urządzeniami odbierającymi te detale – to niesamowita elastyczność w porównaniu z tradycyjnymi wózkami AGV.

W zakresie cyfryzacji produkcji kluczową wartością stała się wiedza o tym, co dzieje się w przedsiębiorstwie, np. jaka jest wydajność, jak eliminować wąskie gardła czy przewidywać awarię. My określamy to mianem „świadomości sytuacyjnej” i wspólnie z firmą AVEVA (dawniej Wonderware) oferujemy w tym zakresie szereg rozwiązań. Obecnie tematem naszych spotkań z klientami są aplikacje typu Control Room, które znacznie szerzej adresują potrzebę gromadzenia i wizualizacji danych.

Proces udostępniania i analizowania danych produkcyjnych uprościł się dzięki narzędziom integrującym sieci IT z OT. Ponadto na znaczeniu zyskała możliwość wykorzystania technologii chmurowych w celu zdalnego zarządzania i diagnostyki. Firmy z większą odwagą zaczęły wybierać te rozwiązania, korzystając przy tym z bardzo szybkiego uruchomienia i możliwości uzyskania zdalnego dostępu.

Nasi najbardziej innowacyjni klienci wdrażali już projekty wykorzystujące sztuczną inteligencję. Przykładem może być tworzenie wzorców pracy maszyny, aby w momencie niestandardowego działania powiadomić o tym operatora. Umożliwia to wczesne wykrywanie możliwości wystąpienia usterki, zapewniając ciągłość produkcji.

**R.:** – Branża przemysłowa od dłuższego czasu żyje pod presją Przemysłu 4.0. Jak realizowana jest ta inicjatywa i co oznacza dla Państwa firmy?

**P.P.:** – Przemysł 4.0 jest ogromną szansą dla polskich przedsiębiorstw. Dla nas jest to obszar strategiczny i w istotny sposób wpływa on na rozwój naszych kompetencji oraz zakres oferty. W rankingu Global Innovation Index 2020 Polska znajduje się dopiero pod koniec trzeciej dziesiątki najbardziej innowacyjnych państw. Z jednej strony wynika to z braku warunków do inwestowania w innowacyjność, a z drugiej strony temat innowacyjności i technologii ciągle jeszcze są dla przeciętnego Kowalskiego czymś odległym.

W firmie ASTOR zdecydowaliśmy się odpowiedzieć na te wyzwania poprzez uruchomienie szeregu inicjatyw, m.in.: otwarliśmy dwa centra (showroomy) dedykowane innowacjom Przemysłu 4.0. Pierwsze z nich, ASTOR Innovation Room 4.0, powstało w naszej siedzibie głównej w Krakowie. Jest to ekspozycja, swego rodzaju Fabryka Przyszłości w mikroskali, gdzie każdy może przyjść i zobaczyć na żywo, jak wyglądają innowacje Przemysłu 4.0 w praktyce. Wystawa jest ogólnie dostępna dla przechodniów i każdy może nie tylko obserwować pracujące tam urządzenia, ale samodzielnie je uruchamiać za pomocą SMS. W ten sposób oswoiliśmy już z nowoczesnymi technologiami setki osób.

Aby propagować wiedzę i najlepsze praktyki związane z robotyzacją, w 2020 roku otworzyliśmy *showroom* w ASTOR Robotics Center. Jest to miejsce, gdzie każdy może zobaczyć na żywo, jak wygląda użycie robota w praktyce, np. do spawania czy paletyzacji. Centrum jest też odpowiedzią na potrzebę klientów, aby móc zweryfikować wykonalność techniczną pomysłu na optymalizację procesów – takie działania prowadzimy w Laboratorium Proof of Concept. Miejsce funkcjonuje również jako inkubator technologii przemysłu przyszłości, wspierając przedsiębiorców w obszarze robotyzacji i transformacji w kierunku Przemysłu 4.0.

Natomiast dla firm potrzebujących specjalistycznej wiedzy z tego zakresu uruchomiliśmy Akademię Przemysłu 4.0. Nasz zespół ekspertów prowadzi innowacyjne szkolenia dla inżynierów, a dla kadry menedżerskiej opracowaliśmy specjalne warsztaty, które są odpowiedzią na pytanie, jak efektywnie wdrażać innowacje. Nawiązaliśmy również współpracę z jednostkami edukacyjnymi i wspólnie opracowaliśmy program studiów podyplomowych Menedżer w Przemysle 4.0 oraz Studia podyplomowe – Menedżer w Przemysle 4.0. Jesteśmy również autorem wielu raportów rynkowych poświęconych tej tematyce.

**R.:** – Jaki obszar w mijającym roku był dla Państwa największym wyzwaniem?

**P.P.:** – Patrząc na całą dekadę, myślę, że to ostatnie dwa lata były dla większości firm najbardziej wymagające. Głównie przez

panującą pandemię i liczne zmiany, które zapoczątkowała. Chodzi tu np. o zaburzenie łańcuchów dostaw, znaczne ograniczenie bezpośrednich spotkań, utrudnienia w transporcie i wiele restrykcji.

Zwinność organizacji okazała się być kluczowym czynnikiem sukcesu. My zdaliśmy test zwinności na piątkę, bo już wiemy, że rok 2021 jest najlepszym rokiem dla ASTOR pod kątem obrotu i zysku. Klucz do sukcesu okazał się być wpisany w nasze motto: „ASTOR – gdzie technologia spotyka człowieka” i to właśnie ludzie – zespoły nasze i naszych partnerów – sprawili, że mimo wielu wyzwań kończymy ten rok z dużym uśmiechem na ustach. Z jednej strony pomogło nam przygotowanie, np. znacząco powiększyliśmy stany naszych magazynów, nawiązaliśmy liczne nowe współpracy, uruchomiliśmy wiele inicjatyw strategicznych. Z drugiej strony wspierały nas trendy i zmiany społeczne, takie jak cyfrowa transformacja przedsiębiorstw czy choćby otwartość klientów na spotkania zdalne.

Gdybym miał wskazać jedno konkretne wyzwanie, to myślę, że jest to wzmocnienie współpracy pomiędzy firmami ASTOR i Kawasaki Robotics. Od 1 lipca jesteśmy odpowiedzialni za nową jednostkę Kawasaki Robotics Central and Eastern Europe Hub, która obejmuje Polskę, Estonię, Litwę, Łotwę, Białoruś, Ukrainę, Czechy, Słowację, Węgry, Rumunię, Bułgarię oraz Słowenię. Hub jest zarządzany przez ASTOR i ma swoją siedzibę w ASTOR Robotics Center w Krakowie. Powstał w celu zwiększenia szybkości wsparcia i dostępności dla ww. krajów będących w europejskiej sieci dystrybucyjnej Kawasaki Robotics. Tym samym ASTOR stał się centrum dystrybucyjnym robotów i osprzętu robotowego Kawasaki Robotics w tej części Europy.

**R.:** – Jak polski przemysł powinien wyglądać w 2022 roku?

**P.P.:** – Przemysł polski, ale również zagraniczny, zwraca coraz większą uwagę na kwestie ekologii i zrównoważonego rozwoju. Myślę, że dla wielu firm będą to czynniki wpływające na obszar ich inwestycji. Podążając za tymi trendami, implementowane rozwiązania nie tylko powinny przynosić organizacji wewnętrzne korzyści, ale również zadbać o wymiar społeczno-ekonomiczny. Te trendy są wspierane przez nowoczesne technologie, np. Sztuczna Inteligencja (AI), rozbudowane Bazy Danych (Big Data), przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT).

Pozwalają one na tworzenie proekologicznych rozwiązań, które pomagają optymalizować wykorzystanie zasobów, oraz na reagowanie na awarie i nieprawidłowości w działaniu urządzeń jeszcze przed ich wystąpieniem. Dzięki temu minimalizujemy negatywne oddziaływanie usterek nie tylko na sprawność fabryki przyszłości, ale także na wspomniane otoczenie przedsiębiorstwa.

Warto zwrócić uwagę, że tym działaniom sprzyja otoczenie polityczne, co widoczne jest w programach rządowych Polski i Europy, mających na celu dofinansowanie innowacyjnych inwestycji z tego obszaru.

Dynamiczny rozwój przemysłu to także efekt siły partnerstwa. Współpraca bowiem to jedna z kluczowych wartości w Przemśle 4.0. Jako przykład podam tutaj DIH hub4industry czy Związek Pracodawców Forum Automatyki i Robotyki Polskiej. ■

Rozmowa z Jackiem Oberem, współwłaścicielem  
oraz Dyrektorem Marketingu i Inwestycji w firmie WObit

## Wspieramy przedsiębiorców w usprawnianiu produkcji

**Redakcja:** – W jaki sposób na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia zmieniły się oczekiwania względem technologii, którą głównie zajmuje się WObit, czyli względem rozwiązań automatyzacji, robotyzacji?

**Jack Ober:** – Dziesięciolecie to w technologii bardzo długi okres, tyle bowiem obecna jest z nami idea Industry 4.0, zaprezentowana po raz pierwszy w 2011 roku podczas targów Hannover Messe. Z jednej strony można powiedzieć, że oczekiwania są ciągle takie same, mianowicie, aby automatyzacja i robotyzacja usprawniały i optymalizowały procesy, pomagały w ograniczaniu kosztów i zwiększaniu zyskowności oraz bezpieczeństwa. Z drugiej, ze względu na znaczną różnicę między tym, co było dostępne 10 lat temu, a czym dysponujemy

dzisiaj, zmieniło się spektrum oczekiwań. Technologia stała się dostępniejsza, bardziej wyspecjalizowana, co pozwala na jej szybszą i prostszą implementację w znacznie większym zakresie branż i aplikacji. Co więcej, pomimo zaawansowania systemów jednocześnie są one znacznie łatwiejsze w obsłudze i często nie wymagają od użytkowników specjalistycznej wiedzy. Zwiększyło się również spektrum firm i branż sięgających po robotyzację. Do grona wielkich koncernów dołączyły MŚP, a prócz motoryzacji roboty z chęcią wdrażane są w branżach elektronicznej, metalowej, FMCG, meblarskiej czy spożywczej. Mocno rozwinęła się wiedza odbiorców na temat dostępnych rozwiązań, a także zrozumienie istotnych korzyści, jakie mogą oni uzyskać dzięki implementacji automatyki i robotyki w swoich firmach.

**R.:** – Branża przemysłowa od dłuższego czasu żyje pod presją Przemysłu 4.0. Jak realizowana jest ta inicjatywa i co oznacza dla Państwa firmy?

**J.O.:** – Koncepcja Przemysłu 4.0 zakłada transformację technologiczną i organizacyjną przedsiębiorstw, która obejmuje cyfryzację procesów i usług, integrację systemów i maszyn, wymianę informacji, a także łączenie poszczególnych procesów mające na celu poprawę wydajności oraz umożliwienie elastycznych zmian asortymentu. Dotyczy zarówno technologii, jak i roli oraz pracy ludzi w przemyśle, w tym wprowadzania nowych modeli biznesowych i potrzeby rozwoju nowych kompetencji wśród pracowników. Presja wynika raczej ze zmiany oczekiwań i potrzeb konsumentów (personalizacja produktów i usług, zrównoważona ekologicznie produkcja, wysoka jakość i szybka dostawa), a wprowadzanie rozwiązań Przemysłu 4.0 jest dostosowaniem się producentów do tych oczekiwań. W Polsce inwestycje i transformacje zgodne z założeniami Industry 4.0 nadal nie są tak liczne i dynamiczne, jak na rynkach zachodnich czy azjatyckich. Dla nas, jako producenta robotów mobilnych MOBOT®, działania wprowadzane w związku z tą inicjatywą stanowią możliwość wsparcia polskich i zagranicznych przedsiębiorstw w usprawnieniu procesów produkcyjnych, zwłaszcza logistyki wewnętrznej. Produkowane przez nas roboty charakteryzują się autonomicznym działaniem, dzięki zaawansowanym systemom czujników, nawigacji oraz algorytmom sztucznej inteligencji umożliwiając pracę w zmiennym otoczeniu. Co więcej, roboty mobilne pozwalają na śledzenie produkcji i zadań w czasie rzeczywistym, dzięki czemu zbierają dane, które mogą być zintegrowane i analizowane w systemie nadrzędnym, np. WMS czy ERP. Dzięki temu, a także dzięki możliwości szybkiego wdrożenia i adaptacji do różnorodnych zadań stanowią elastyczne rozwiązanie do optymalizacji transportu wewnętrznego, istotnego dla usprawnienia funkcjonowania całego przedsiębiorstwa.

**R.:** – Jaki obszar w mijającym roku był dla Państwa największym wyzwaniem?

**J.O.:** – Jednym z wyzwań, które dotknęło nie tylko naszej, lecz wiele firm na rynku, z różnorodnych branż, były ograniczenia w łańcuchach dostaw, powstałe na początku pandemii Sars-CoV-2. Czasowe wstrzymanie produkcji półprzewodników, jak również zwiększony popyt przy niedostatecznej podaży kluczowych w produkcji przemysłowej materiałów, takich jak stal, aluminium, magnez czy lit, spowodowały wydłużenie terminów dostaw części komponentów i półproduktów, a także dość znaczny wzrost cen. Naturalnie, dostosowaliśmy nasze działania do zmieniających się warunków, jednak niewątpliwie jest to jedno z istotnych wyzwań w mijającym roku.

**R.:** – Które z inwestycji, w jakich brała udział firma WObit w ostatnich kilku latach, można uznać za najważniejsze?

**J.O.:** – Z pewnością znaczącą rolę w rozwoju firmy odegrała realizacja projektu pod nazwą: Wzrost innowacyjności technologicznej i produktowej firmy WObit w dziedzinie automatyki i robotyki, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka z działania 4.4 Nowe inwestycje o wysokim potencjale innowacyjnym. W jej efekcie zwiększyły się możliwości przedsiębiorstwa w zakresie własnej produkcji, co pozwoliło m.in. na realizację dużych układów mechatronicznych, a także na rozpoczęcie produkcji robotów przemysłowych, w tym robotów mobilnych z serii MOBOT®. Istotne dla nas było nawiązanie współpracy z partnerami z różnych branż, w tym z firmą ALVO® Medical z branży medycznej czy STILL Polska z branży logistycznej.

**R.:** – Jak polski przemysł powinien wyglądać w 2022 roku?

**J.O.:** – Polski przemysł w nadchodzącym roku z pewnością będzie mierzył się z wieloma wyzwaniami, wśród których można wskazać chociażby trwającą pandemię, wysoką inflację, ciągle zmiany prawne i niedobór wielu komponentów oraz surowców. Z drugiej strony takie wyzwania skłaniają wiele przedsiębiorstw do rozwoju i inwestowania w nowe technologie, dzięki którym mogą one zwiększyć swoją konkurencyjność. W minionym roku obserwowaliśmy bardzo dynamiczną reakcję na zaistniałe trudności, powstanie wielu innowacyjnych rozwiązań odpowiadających na nowe potrzeby rynku. Widać również znacznie większą świadomość firm w zakresie korzyści z inwestowania w automatyzację i robotyzację, takich jak poprawa efektywności, oszczędności oraz podnoszenie poziomu bezpieczeństwa, co przekłada się na inwestycje w tym zakresie. Spodziewamy się, że w 2022 r. ten trend się utrzyma, a branża przemysłowa dalej będzie się rozwijać pomimo rozlicznych trudności.

**R.:** – Jakie cele stawia Pan przed firmą i jakie są strategiczne plany firmy na najbliższe lata?

**J.O.:** – W najbliższych latach będziemy dalej działać z pasją i zaangażowaniem, rozwijając technologię, którą już posiadamy, w celu budowy coraz bardziej intuicyjnych systemów robotycznych, dostępnych dla użytkowników bez specjalistycznych umiejętności. W zakresie rozwoju biznesowego ambitnie planujemy dalszą ekspansję na rynki zagraniczne, umożliwiającą zdobycie czołowej pozycji dostawcy robotów mobilnych i systemów autonomicznych na świecie. ■

reklama



**ROBOTYKA.PL**

centrum polskiej robotyki

Specjalizujemy się w produkcji nowoczesnych systemów sterowania ruchem kolejowym. Nasze urządzenia zapewniają bezpieczeństwo na największych polskich stacjach kolejowych i ułatwiają codzienną pracę pracownikom kolei. Od 30 lat napędza nas przekonanie, że polski przemysł potrzebuje krajowych kompetencji i rozwiązań. Nowoczesna i niezawodna kolej to fundament budowania silnej gospodarki, wyrównywania szans i walki o czyste powietrze.

Posiadamy ponad 50 certyfikatów i świadectw dopuszczenia dla urządzeń opracowanych przez nasz zespół B&R oraz przy współpracy z krajowymi ośrodkami badawczo-naukowymi.

## ZAKŁADY AUTOMATYKI KOMBUD SA W LICZBACH:

**130** zainstalowanych komputerowych systemów stacyjnych

### Największe realizacje:

Warszawa Gdańska, Szczecin Port, Sławków LHS, Łódź Kaliska, Świnoujście Port, Ełk, Herby Nowe, Idzikowice, Oświęcim, Warszawa Główna Towarowa, ...

**3000** zwoznic & **4500** semaforów sterowanych przez nasze systemy

**28** obszarów zdalnego sterowania, w tym LCS Szczytno kontrolujący 165 km linii kolejowej

**1700** systemów zabezpieczenia ruchu na przejazdach

**255** osób w tym **170** inżynierów

# Nowoczesne uniwersalne zabezpieczenia cyfrowe wyposażone w algorytmy do diagnostyki stanu klatki silników indukcyjnych

Arkadiusz Duda, Maciej Sułowicz, Jarosław Tulicki, Tomasz Węgiel, Marcin Iwiński

## 1. Wstęp

Do diagnostyki maszyn elektrycznych istnieje wiele dedykowanych metod diagnostycznych umożliwiających bezinwazyjną ocenę ich stanu podczas normalnej pracy [1–14]. Najczęściej metody diagnostyczne są realizowane przy pomocy dodatkowej specjalistycznej aparatury pomiarowo-diagnostycznej.

Aktualnie w dobie intensywnie rozwijających się układów cyfrowej techniki zabezpieczeniowej zgodnej z filozofią Przemysłu 4.0, moc obliczeniowa nowoczesnych zabezpieczeń maszyn elektrycznych jest bardzo duża. Od kilku lat obserwuje się rozwój funkcjonalności tych zabezpieczeń ukierunkowany na implementację wybranych skutecznych metod diagnostycznych [11–12, 15].

W artykule przedstawiono opis wybranych algorytmów oceny stanu klatki silnika opracowanych dla cyfrowego zabezpieczenia BEL\_plus przedstawionego na rys. 1. W urządzeniu tym zaimplementowano algorytmy, które zostały sprawdzone w wieloletniej praktyce diagnostycznej silników w przemyśle.



Rys. 1. Widok urządzenia BEL\_plus

Algorytm oceny stanu klatki silników indukcyjnych został dokładnie opisany w artykule [17]. Rozdziały 2, 3 i 4 są powtórzeniem opisu z artykułu [17].

W rozdziale 5 przedstawiono opis działania algorytmu do wykrywania uszkodzeń silników indukcyjnych diagnozowanych podczas rozruchu maszyny.

## 2. Diagnostyka stanu klatki w stanie ustalonym

Moduł odpowiedzialny za monitorowanie stanu klatki silnika indukcyjnego działa w oparciu o analizę spektralną prądu stojana – metoda MCSA (ang. *Motor Current Signature Analysis*).

**Streszczenie:** Zabezpieczenia cyfrowe dedykowane dla silników indukcyjnych mogą realizować różne i nawet bardzo złożone algorytmy ochrony silnika przed skutkami nieprzewidzianych zakłóceń jego bezawaryjnej pracy. Moc obliczeniowa aktualnie stosowanych cyfrowych urządzeń zabezpieczeniowych jest bardzo duża, a pamięci do składowania rejestrowanych informacji przez te urządzenia mogą być dowolnie rozszerzane. Pozwala to producentom zabezpieczeń poszerzyć w łatwy sposób ich funkcjonalności o nowe wybrane funkcje np. do diagnostyki stanu silnika. W artykule skupiono się nad opisem algorytmów do diagnostyki stanu klatki wirnika silników indukcyjnych podczas ustalonego stanu pracy i rozruchu zaimplementowanego w zabezpieczeniu cyfrowym silnika BEL\_plus. Przedstawiono wyniki testów zabezpieczenia z zastosowanym algorytmem oraz propozycje wskaźnika diagnostycznego świadczącego o uszkodzeniu dla przykładowego silnika małej mocy z różnymi uszkodzeniami wirnika oraz wyniki testów dla silnika dużej mocy. Udowodniono, że zaproponowane algorytmy działają poprawnie i pozwalają na skuteczną ocenę stanu klatki nadzorowanych silników indukcyjnych.

Słowa kluczowe: diagnostyka, monitoring, zabezpieczenie, silnik indukcyjny, uszkodzenie klatki, awaria, analiza widmowa

## MODERN UNIVERSAL DIGITAL PROTECTIONS EQUIPPED WITH ALGORITHMS FOR DIAGNOSTICS OF THE CAGE CONDITION OF INDUCTION MOTORS

**Abstract:** Digital protections dedicated to induction motors can implement various, even very complex, algorithms to protect the motor against the effects of unforeseen disturbances in its failure-free operation. The computational power of the currently used digital protection devices is very high. Also, the recorded information storage space used by these devices can be freely extended. This allows security manufacturers to easily extend their functionality with new diagnostic functions. The article describes the algorithms for diagnostics of the rotor cage condition of induction motors during steady-state and start-up. The tests' results of the implemented algorithms and diagnostic indicators of digital protection BEL\_plus for a low-power motor with various rotor damage and test results for a high-power motor are presented. The algorithms work correctly and allows for an effective assessment of the condition of the monitored motors given that the required operating conditions are met.

Keywords: diagnostics, monitoring, protection, induction motor, cage damage, failure, spectral analysis



Proces diagnostyczny w urządzeniu może zostać wyzwolony ręcznie lub odbywać się cyklicznie w zależności od ustawień parametrów wewnętrznych funkcji. Z chwilą wyzwolenia pomiaru urządzenie BEL\_plus rejestruje przez 20,48 s prąd stojana jednej z faz z częstotliwością 1,6 kHz, co daje  $2^{15}$  próbek. Spektrum otrzymane z takiego przebiegu posiada zakres częstotliwości do 800 Hz i rozdzielczość ok. 0,05 Hz. Widmo prądu stojana o takich parametrach umożliwia już wstępną diagnostykę stanu klatki wirnika na podstawie analizy charakterystycznych częstotliwości poślizgowych, tzw. wstępnych.

Algorytm oceny stanu klatki do poprawnego działania wymaga spełnienia odpowiednich warunków. Pierwszy z nich to wprowadzenie z panelu użytkownika danych znamionowych silnika, takich jak:

- $n_N$  – prędkość znamionowa;
- $I_N$  – prąd znamionowy stojana;
- $f_N$  – częstotliwość znamionowa silnika;
- $\cos(\varphi_N)$  – współczynnik mocy (ang. Power Factor – PF).

W drugiej kolejności algorytm sprawdza wartość skuteczną prądu stojana. Jeżeli jest ona mniejsza niż nastawialny dolny próg, to algorytm nie wykona dalszych czynności. Ten warunek jest podyktowany tym, że niesymetria klatki wirnika ujawnia się w sytuacji, gdy przez pręty klatki płynie znaczny prąd. W przypadku analizy prądu stojana dla silnika słabo obciążonego wynik końcowy mógłby być nieadekwatny do rzeczywistego stanu klatki. Standardowo przyjęto w algorytmie, że wartość prądu stojana powinna być większa niż 60% prądu znamionowego silnika.

Jak już wcześniej zostało wspomniane, algorytm bazuje na analizie tzw. wstępnych. Do precyzyjnego ich wyznaczenia jest potrzebna znajomość poślizgu silnika, który uzyskuje się za pomocą tzw. estymatora poślizgu. Estymator poślizgu wyznacza przybliżoną wartość poślizgu na podstawie równania:

$$s = s_N \frac{I_{rms} - k \cdot I_0}{I_N - k \cdot I_0} \quad (1)$$

gdzie:

$$s_N = \frac{n_{0N} - n_N}{n_{0N}}, \quad n_{0N} = \frac{60 f_N}{p} \quad (2)$$

$$I_0 \approx I_N \sqrt{1 - \cos(\varphi_N)^2} \quad (3)$$

$k$  – współczynnik estymatora poślizgu (domyślnie  $k = 0,5$ );  
 $I_{rms}$  – średnia wartość skuteczna zarejestrowanego prądu.

W celu poprawienia parametrów pracy estymatora poślizgu można zmienić wartość współczynnika estymatora poślizgu, który domyślnie jest ustawiony na wartość 0,5. Można tego jedynie dokonać w sytuacji, gdy istnieje możliwość jednoczesnego odczytania aktualnej prędkości obrotowej  $n$  silnika i wartości skutecznej prądu stojana  $I_{rms}$  przez odpowiednie urządzenia pomiarowe. Taki pomiar najlepiej przeprowadzić, gdy prąd stojana będzie w zakresie  $0,6I_N \div 0,8I_N$ . Współczynnik ten wylicza się z zależności:

$$k = \frac{s_N \cdot I_{rms} + I_N \left( \frac{p \cdot n}{60 \cdot f_N} - 1 \right)}{I_N \cdot \sqrt{1 - PF^2} \cdot \left( s_N + \frac{p \cdot n}{60 \cdot f_N} - 1 \right)} \quad (4)$$

gdzie:

- $n$  – odczytana prędkość silnika,
- $I_{RMS}$  – odczytana wartość skuteczna prądu stojana.

Najlepiej wykonać oba pomiary ( $I_{RMS}$ ,  $n$ ) dla wartości prądu, przy której silnik pracuje najczęściej. Jeżeli silnik pracuje blisko znamionowego punktu pracy, tj. gdy prąd stojana jest bliski prądowi znamionowemu, nie ma konieczności zmieniać wartości współczynnika estymatora poślizgu.

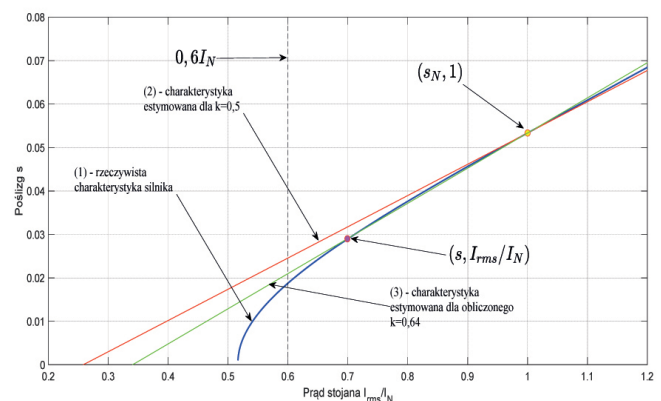
Przykładowa korekcja współczynnika estymatora poślizgu dla silnika o danych znamionowych:  $f_N = 50$  Hz,  $I_N = 15,54$  A,  $n_N = 1420 \text{ min}^{-1}$ ,  $p = 2$ ,  $PF = 0,8565$ . Podczas pracy silnika odczytano w tym samym momencie wartości prądu stojana  $I_{rms} = 10,8$  A =  $0,699 I_N$  i prędkość obrotową wirnika  $n = 1456 \text{ min}^{-1}$ . Obliczony współczynnik estymatora poślizgu:

$$s_N = \frac{1500 - 1420}{1500} = 0,0533$$

$$k = \frac{0,0533 \cdot 10,8 + 15,54 \left( \frac{2 \cdot 1456}{60 \cdot 50} - 1 \right)}{15,54 \cdot \sqrt{1 - 0,8565^2} \cdot \left( 0,0533 + \frac{2 \cdot 1456}{60 \cdot 50} - 1 \right)} = 0,6406$$

Na rysunku 2 zostały przedstawione przykładowe charakterystyki.

Charakterystyka (1) z rys. 2 jest charakterystyką rzeczywistą silnika. Standardowo dla  $k = 0,5$  algorytm wyznaczył charakterystykę (2) estymatora poślizgu. Po dokonaniu pomiarów prądu i prędkości – fioletowy punkt na rys. 2 – a następnie wykonaniu obliczeń można zmienić współczynnik estymatora poślizgu. W tym przypadku wartość nowego współczynnika wynosi 0,64. Taka korekcja spowoduje lepsze dopasowanie



Rys. 2. Przykład charakterystyk  $s = f(I_{rms}/I_N)$ :

kolor niebieski – (1) rzeczywista charakterystyka silnika; kolor czerwony – (2) standardowa charakterystyka estymatora poślizgu dla  $k = 0,5$ ; kolor zielony – (3) zmodyfikowana charakterystyka estymatora poślizgu dla  $k = 0,6406$

charakterystyki estymatora poślizgu do rzeczywistej charakterystyki silnika – zielona linia (3). W sytuacji, gdy właściwości ruchowe silnika uległy pogorszeniu ze względu na długoletnią eksploatację, zużyte łożyska, zwarcia blach itp. lub napięcie zasilania znacznie odbiega od znamionowego, zaleca się wykonanie pomiaru prądu fazowego stojana  $I_{rms}$  i prędkości obrotowej  $n$  dla punktu pracy silnika, w którym najczęściej pracuje (w zakresie  $0,7I_N \div 1,05I_N$ ). Następnie zmierzone wartości prądu i prędkości należy wprowadzić w parametrach zabezpieczenia jako wartości znamionowe.

Następnym krokiem działania algorytmu jest znalezienie wstęg bocznych w otoczeniu obliczonych częstotliwości, opartych o estymowany poślizg:

$$f_l = f_0(1 - 2s) \quad f_p = f_0(1 + 2s) \quad (5)$$

gdzie:

$f_0$  – częstotliwość napięcia zasilania;  
 $s$  – estymowany poślizg silnika.

Algorytm poszukuje maksymalnych prążków w otoczeniu o promieniu  $0,5sf_0$  od częstotliwości wyznaczonych z (5). Rys. 3 przedstawia przykład takiego wyznaczenia z zaznaczonymi zakresami poszukiwań.

Na rys. 3 zaznaczono wstęgi boczne – lewą i prawą o amplitudach odpowiednio:  $A_l$  i  $A_p$ . Algorytm do oceny stanu klatki wykorzystuje tzw. wskaźnik RFI (Rotor Fault Index) [14], który wyraża się wzorem:

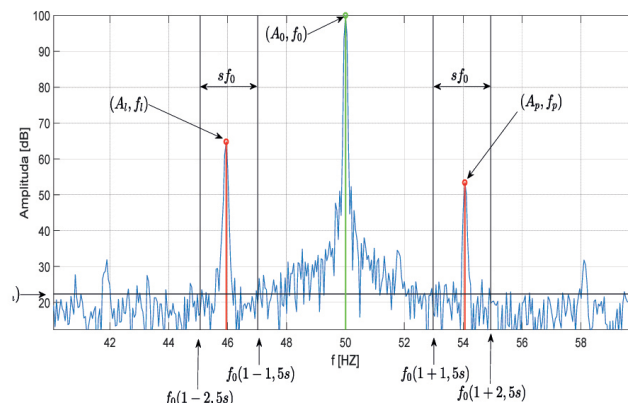
$$RFI = \frac{\max(A_l, A_p) - A_{szum}}{A_0 - A_{szum}} \cdot p \quad (6)$$

Wskaźnik RFI opiera się o stosunek względnej wartości maksymalnej wstęgi do względnej wartości podstawowej harmonicznej pomnożonej przez liczbę par biegunów. Względnej – oznacza mierzonej od poziomu szumu sygnału  $A_{szum}$ . Przy podejmowaniu decyzji co do stanu klatki można posłużyć się ideą podejmowania decyzji diagnostycznych w oparciu o tzw. „krzywą życia maszyny”. Ideę tę przedstawiono na rys. 4. Linia niebieska przedstawia zmianę trendu wskaźnika diagnostycznego w czasie. Kolorowe obszary obrazują przedziały wartości wskaźnika, na podstawie których możemy określić z przybliżeniem aktualny stan maszyny.

Wartości progowe  $R_1$ ,  $R_2$  standardowo są ustawione odpowiednio na 0,8 i 1,5. Jednak użytkownik zabezpieczenia BEL\_plus może za pomocą panelu zmienić te wartości.

### 3. Testy laboratoryjne

Testy laboratoryjne modułu urządzenia BEL\_plus odpowiedzialnego za detekcje uszkodzeń klatki wirnika zostały przeprowadzone dla silnika o danych znamionowych:  $U_N = 380$  V,  $I_N = 2,83$  A,  $f_N = 50$  Hz,  $n_N = 1445$  obr./min,  $p = 2$ ,  $PF = 0,85$ . Silnik podczas pomiaru został obciążony znamionowo. Funkcja detekcji uszkodzenia klatki wirnika była wyzwalana ręcznie z panelu użytkownika. Pomiaru wykonano dla czterech typów wirników:



Rys. 3. Przykładowe widmo prądu stojana silnika z uszkodzoną klatką wirnika



Rys. 4. Ilustracja idei śledzenia stanu maszyny

- symetrycznego;
- z jednym przerwany pręt;
- z dwoma przerwany prętami (nr 1 i 4);
- z dwoma przerwany prętami (nr 1 i 2).

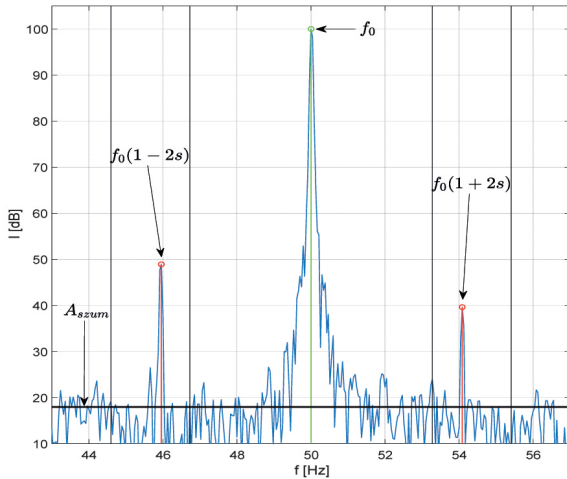
Na rys. 5–8 przedstawiono widma prądów stojana w zakresie od 43 do 57 Hz. Kolorem zielonym została zaznaczona podstawowa harmoniczna prądu stojana, natomiast kolorem czerwonym zaznaczono wstęgi boczne, które zostały wyszukane w obszarze między dwoma pionowymi czarnymi liniami. Grubą czarną poziomą linią zaznaczono poziom szumu, który jest potrzebny do wyznaczenia wskaźnika RFI.

Wyznaczone wskaźniki RFI dla różnych typów wirników umieszczono w tabeli 1 i zgodnie z rys. 4, przedstawiającym idee śledzenia stanu maszyny, zaznaczono odpowiednim kolorem.

Tabela 1. Wskaźnik RFI wyznaczony z testów laboratoryjnych

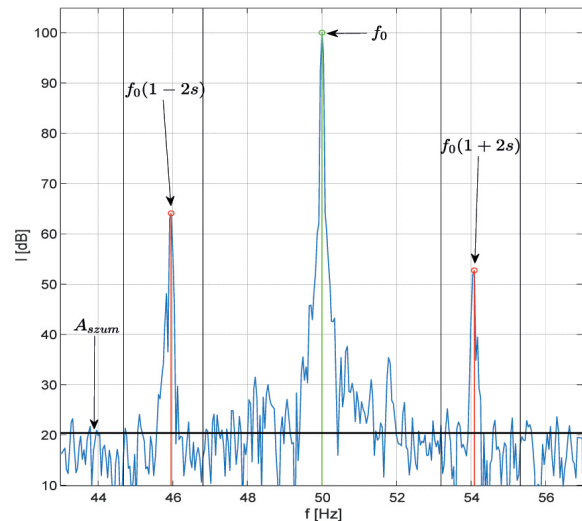
WIRNIK	RFI
Symetryczny	0,755
Z jednym przerwany pręt	1,097
Z dwoma przerwany prętami (nr 1 i 4)	1,110
Z dwoma przerwany prętami (nr 1 i 2)	1,139

Analizując wyniki testów laboratoryjnych umieszczonych w tabeli 1, można zauważyć, że wraz ze wzrostem poziomu



Rys. 5. Widmo prądu stojana silnika z symetrycznym wirnikiem

uszkodzenia klatki wirnika wyznaczonym przez urządzenie BEL\_plus wskaźnik *RFI* rośnie. Wartość wskaźnika *RFI* dla silnika symetrycznego jest znaczna, ale mieści się w przyjętej granicy dla „silnika zdrowego”. Jest to spowodowane tym, że wirnik ten był przez lata wykorzystywany w laboratorium do



Rys. 6. Widmo prądu stojana silnika z klatką wirnika z jednym przerwanym prętem

różnych testów, co mogło zaburzyć jego symetryczną budowę. Pozostałe wirniki miały celowo przerwane jeden lub dwa pręty. Przypadek z dwoma przerwanymi obok siebie prętami najbardziej desymetryzuje przepływ wirnika, co z kolei objawia się we wskaźniku *RFI*.

reklama

## KOMPLEKSOWE ROZWIĄZANIA DLA PRZEMYSŁU

### ELEMENTY KUTE:

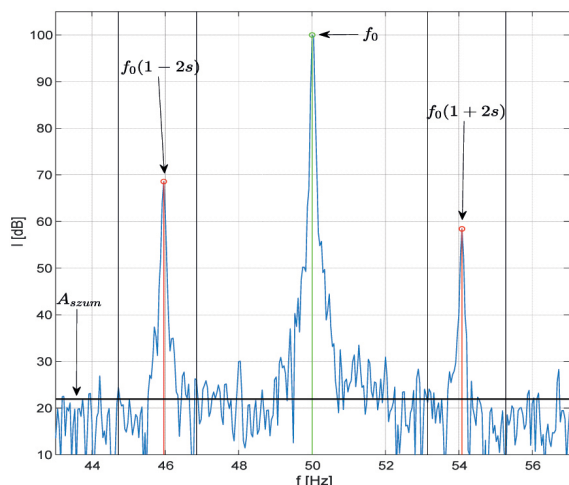
odkuwki stalowe kute na gorąco  
0,1–25 kg  
odkuwki w oparciu o dostarczoną  
dokumentację bądź wzór  
wykonanie narzędzi do kucia

### SPRZĘGŁA:

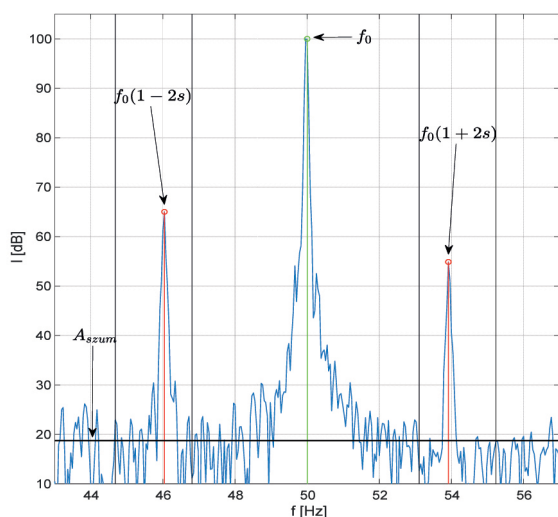
hydrokinetyczne,  
elastyczne, wysokoelastyczne, podatne,  
sworzniowe, palcowe, oponowe,  
zębate, sztywne,  
zespoły sprzęgieł



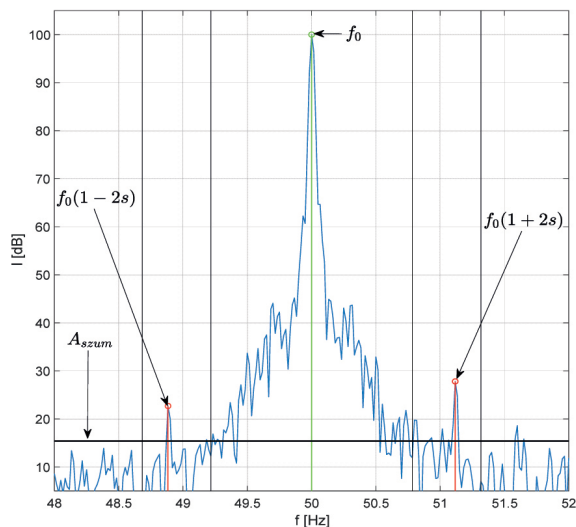
**POSIADAMY CERTYFIKATY  
M.IN. DEUTSCHE BAHN AG, PKP CARGO**



Rys. 7. Widmo prądu stojana silnika z kłatką wirnika z dwoma przerwanymi prętami (nr 1 i 4)



Rys. 8. Widmo prądu stojana silnika z kłatką wirnika z dwoma przerwanymi prętami (nr 1 i 2)



Rys. 9. Widmo prądu stojana silnika napędzającego kompresor

#### 4. Testy przemysłowe

Kolejne testy zostały przeprowadzone na wysokonapięciowym silniku napędzającym kompresor gazu w jednej z polskich rafinerii. Dane znamionowe silnika:  $P_N = 3,1$  MW,  $U_N = 6$  kV,  $I_N = 380$  A,  $f_N = 50$  Hz,  $n_N = 297$  obr./min,  $p = 10$ ,  $PF = 0,82$ .

Współczynnik  $RFI$  wyznaczony przez moduł detekcji uszkodzeń klatki wirnika wynosi 1,46 i wskazuje na początkowe uszkodzenia. Porównując rys. 6 i 9, można zaobserwować, że wstęgi boczne dla silnika wykorzystanego w testach laboratoryjnych są dużo większe od wstęg bocznych badanego silnika z przemysłu, co jest przeciwieństwem wartości wskaźników. Jest to spowodowane tym, że wskaźnik  $RFI$  (6) jest uzależniony od liczby par biegunów stojana. Silnik użyty w testach laboratoryjnych posiada  $p = 2$  pary biegunów, natomiast ten badany w przemyśle  $p = 10$ .

#### 5. Diagnostyka stanu klatki podczas rozruchu

Diagnostyka silnika indukcyjnego podczas rozruchu jest możliwa m.in. po zarejestrowaniu przebiegu prądu stojana w całym przedziale zmian prędkości obrotowej od momentu załączenia silnika do ustalenia się prędkości wynikającej z poziomu obciążenia.

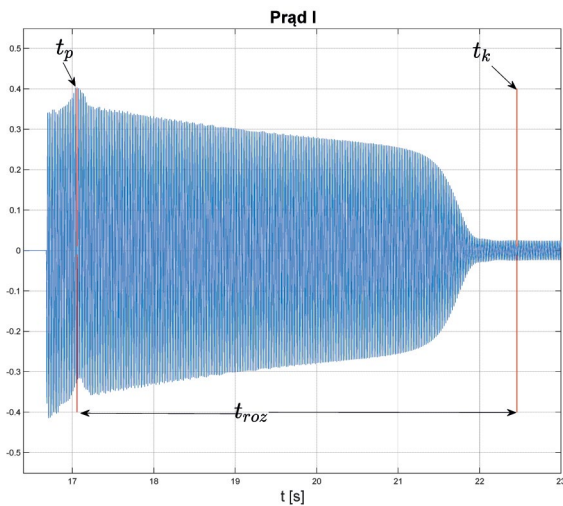
Urządzenie BEL\_plus samoczynnie wykrywa rozruch silnika i rozpoczyna rejestrację prądu. Na podstawie przebiegu prądu stojana  $I$  algorytm określa czas trwania rozruchu. Przy czym za chwilę  $t_p$  załączenia maszyny do sieci przyjmuje maksimum prądu. Następnie algorytm szacuje czas zakończenia stanu dynamicznego. Do tego celu wykorzystuje własności ruchomej wartości skutecznej liczonej za okres składowej podstawowej sieci. Za chwilę zakończenia rozruchu  $t_k$  uznaje się przypadek, gdy różnica wartości skutecznej obliczonej w danym przedziale czasu do wartości w przedziale bezpośrednio poprzedzającym jest w przybliżeniu równa zero oraz wartość obliczona skuteczna jest mniejsza od nastawianego prądu  $I_{Rk}$ .

Przykładowy przebieg prądu rozruchowego przedstawiono na rys. 10.

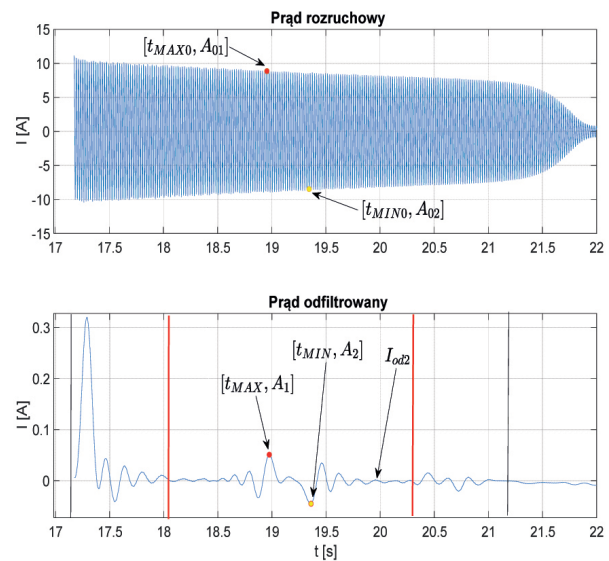
Na rys. 10 przedstawiono przykład wyznaczenia momentu rozpoczęcia i końca rozruchu w zarejestrowanym sygnale prądu stojana. Dalsze przetwarzanie sygnału jest możliwe, jeżeli wyznaczony czas rozruchu  $t_{roz}$  jest większy niż nastawialny minimalny czas rozruchu  $t_{min,roz}$ . Warunek ten jest konieczny, gdyż w przypadku krótkich rozruchów bardzo ciężko jest uchwycić składową prądu wskazującą na uszkodzenie klatki wirnika.

Po spełnieniu warunku związanego z czasem trwania rozruchu wycina się z całości zarejestrowanego sygnału prądu tylko tę część przebiegu –  $I_{roz}$  na podstawie wcześniej wyznaczonego przedziału czasowego, w którym wystąpił stan dynamiczny. Następnie prąd  $I_{roz}$  zostaje poddany filtracji dolnoprzepustowej w celu poszukiwania symptomów odpowiadających uszkodzeniu klatki wirnika.

Odfiltrowany prąd rozruchowy razem z prądem rozruchowym zostaje podany na blok, którego zadaniem jest wyznaczenie maksymalnej amplitudy w odfiltrowanym prądzie  $I_{od}$  i odpowiadającej jej amplitudy w prądzie  $I_{roz}$ . Z odfiltrowanego przebiegu sygnału prądu rozruchowego  $I_{od}$  algorytm wydziela do dalszej analizy środkową jego część –  $I_{od2}$  tak, jak to zostało przedstawione na rys. 11.



Rys. 10. Prąd stojana podczas rozpoczęcia rozruchu, gdzie:  
 $t_p$  – wyznaczony początek rozruchu;  $t_k$  – wyznaczony koniec rozruchu;  
 $t_{roz}$  – czas rozruchu



Rys. 11. Wizualizacja wyznaczania współczynników  $A_1$  i  $A_2$

Algorytm umożliwia wydzielenie czerwonymi liniami prądu  $I_{od2}$  z przebiegu  $I_{od}$  i następnie wyznaczenie największego odchylenia w sygnale  $I_{od2}$ . W przypadku przedstawionym na rys. 11 są to punkty  $[t_{MAX}, A_1]$  dla dodatniego odchylenia i  $[t_{MIN}, A_2]$  dla ujemnego odchylenia. Do wyznaczenia ostatecznego wskaźnika

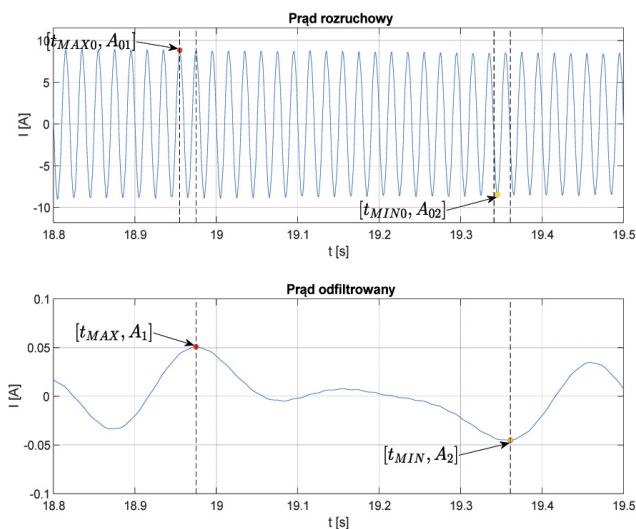
potrzebna jest jeszcze znajomość wartości amplitud w nieodfiltrowanym prądzie rozruchowym  $I_{roz}$  odpowiadającym wcześniej wyznaczonym punktom  $[t_{MAX}, A_1]$  i  $[t_{MIN}, A_2]$ . W przykładzie przedstawionym na rys. 11 są to punkty  $[t_{MAX0}, A_{01}]$  i  $[t_{MIN0}, A_{02}]$ .

reklama

**BEFARED**  
 Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów

*Wszystkim naszym Klientom  
 i Partnerom w nadchodzącym  
 2022 roku życzymy wielu sukcesów  
 zawodowych, zadowolenia i satysfakcji  
 z podjętych  
 działań i wyzwań.  
 Szczęśliwego nowego roku*

**Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów BEFARED S.A.**  
 ul. Grażyńskiego 71; 43-300 Bielsko-Biała  
 tel.: +48 33 812 60 31 - 35; fax: +48 33 815 93 63  
 http://www.befared.pl; email: befared@befared.pl



Rys. 12. Wizualizacja wyznaczania współczynników – powiększony rysunek 11

Ostatecznie do obliczenia końcowego wskaźnika potrzebne są wartości, dla których amplituda w wydzielonym odfiltrowanym prądzie rozruchowym jest większa. Dla przypadku przedstawionego na rysunkach 11 i 12 jest to punkt  $A_1 = 0,05$  A, który jest większy niż punkt  $A_2 = 0,045$  A.

Po ostatecznym wyselekcjonowaniu amplitud w sygnałach wydzielonego odfiltrowanego prądu rozruchowego (A) i prądu rozruchowego ( $A_0$ ) wskaźnik uszkodzenia klatki DRFI (Dynamic Rotor Fault Index) jest obliczany na podstawie wyrażenia:

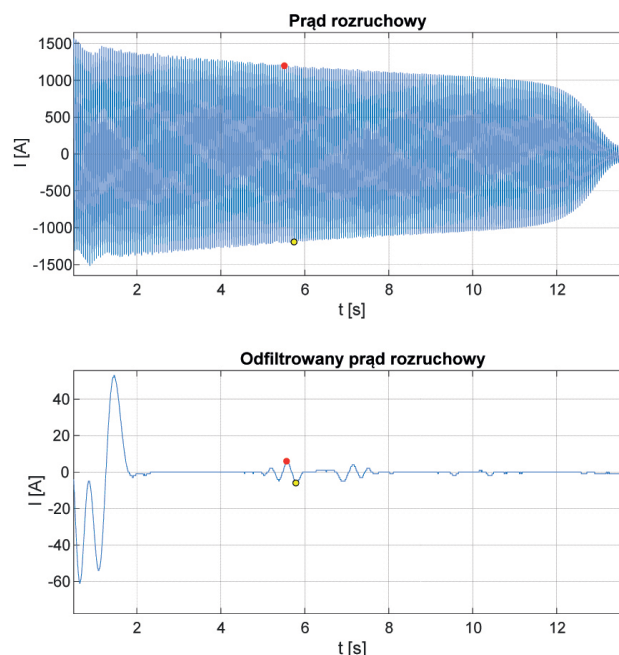
$$DRFI = -20 \cdot \left[ \log_{10} \left( \frac{A}{A_0} \right) - \log_{10} \left( \frac{A_0}{A_0} \right) \right] \quad (7)$$

Wskaźnik DRFI można odnieść do normy MCSA i na podstawie tabeli 2 wstępnie określić stan klatki wirnika.

Tabela 2. Wartości graniczne zgodne z normą MCSA [18]

Wartość wskaźnika diagnostycznego [dB]	Stan wirnika - alarm
60	Bardzo dobry
54 do 60	Dobry
48 do 54	Zadawalający
42 do 48	Wystąpienie połączeń wysokorezystancyjnych, początek uszkodzenia klatki wirnika
36 do 42	Uszkodzenie prętów klatki wirnika
30 do 36	Łączne uszkodzenie prętów i pierścieni zwierających

Testy laboratoryjne modułu urządzenia BEL\_plus odpowiedzialnego za detekcje uszkodzeń klatki wirnika podczas



Rys. 13. Prąd rozruchowy oraz odfiltrowany prąd rozruchowy silnika z uszkodzoną klatką wirnika

rozruchu zostały przeprowadzone na przebiegach prądu stojana zarejestrowanych podczas rozruchów silników w jednej z polskich rafinerii. Dane znamionowe silnika: moc  $P_N = 3,1$  MW,  $U_N = 6$  kV,  $I_N = 380$  A,  $f_N = 50$  Hz,  $n_N = 297$  obr./min,  $p = 10$ ,  $PF = 0,82$ . Na rys. 13 przedstawiono analizę dla silnika ze zdiagnozowanym uszkodzeniem klatki.

Na rys. 13 zaznaczono czerwonymi i żółtymi kropkami charakterystyczne punkty w odfiltrowanym prądzie rozruchowym i odpowiadające im amplitudy w prądzie rozruchowym. Algorytm na ich podstawie obliczył wskaźnik DRFI, który dla tego silnika wynosi 45,57, i wartość ta zgodnie z tabelą 2 wskazuje na występowanie połączeń wysokorezystancyjnych, jest to początkowa faza uszkodzenia klatki wirnika.

## 6. Podsumowanie

Zadaniem nadrzędnym zabezpieczenia cyfrowego BEL\_plus jest zapewnienie kompleksowej ochrony silnika indukcyjnego podczas jego pracy. Jest to realizowane przez ciągły monitoring prądów i napięć fazowych w czasie rzeczywistym. Moc obliczeniowa oraz zainstalowane przetworniki analogowo-cyfrowe pozwalają w urządzeniu BEL\_plus, oprócz podstawowych funkcji zabezpieczeniowych, na przeprowadzanie cyklicznie diagnostyki klatki wirnika w stanie ustalonym, jak i podczas rozruchu maszyny. Zaimplementowana nowa funkcjonalność jest uzupełnieniem sporego wachlarza zabezpieczeń oferowanych w BEL\_plus przez producenta tych urządzeń, firmę Apator Elkomtech. Algorytmy są proste i wielokrotnie sprawdzili się podczas pomiarów diagnostycznych prowadzonych przez pracowników Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej w obiektach przemysłowych na terenie całej Polski. Algorytmy można dostosować do każdego silnika indukcyjnego zasilanego z sieci. Zmiany dokonujemy

za pomocą zmiany parametrów wejściowych. Dzięki tej funkcji BEL\_plus ma możliwość informowania użytkownika o pogłębiającej się degradacji klatki wirnika, która bez podjęcia działań naprawczych może doprowadzić do trwałego uszkodzenia silnika.

## Literatura

- [1] KLIMANET G.B. ET AL.: *Methods of motor current signature analysis*. Elect. Mach. Power Syst., Vol. 20, No. 5, 1992.
- [2] DORRELL D.G., THOMSON W.T., ROACH S.: *Analysis of airgap flux, current, and vibration signals as a function of the combination of static and dynamic air-gap eccentricity in 3-phase induction motors*. IEEE Transactions on Industry Applications, 33(1), pp. 24–34, 1997.
- [3] BENBOUZID M.E.H.: *A review of induction motors signature analysis as a medium for faults detection*. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 47, No. 5, pp. 987–991, 2000.
- [4] RAMS W., RUSEK J.: *Praktyczna diagnostyka maszyn indukcyjnych klatkowych*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 68/2004.
- [5] KOWALSKI C.T., KANIOR W.: *Ocena skuteczności analiz FFT, STFT i falkowej w wykrywaniu uszkodzeń wirnika silnika indukcyjnego*. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, Nr 60, str. 202–211, 2007.
- [6] BELLINI A., FILIPETTI F., TASSONI C., CAPOLINO G.A.: *Advances in Diagnostic Techniques for Induction Machines*. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.55, No.12, str. 4109–4126, Dec. 2008.
- [7] DRAK B.: *Typowe uszkodzenia silników indukcyjnych dużej mocy*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 89/2011.
- [8] SZYMANIEC S.: *„Diagnostyka eksploatacyjna uszkodzeń napędów elektrycznych w przemyśle*. „Napędy i Sterowanie” 6/2011.
- [9] SUŁOWICZ M., PETRYNA J., WEINREB K., GUZIEC K.: *Porównawcze pomiary defektów klatek rozruchowych silników indukcyjnych pod kątem wykorzystania w diagnostyce*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 99/2013.
- [10] SWĘDROWSKI L.: *Pomiary w diagnostyce silników indukcyjnych klatkowych*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013.
- [11] OSTOJIC P., BANERJEE A., PATEL D.C., BASU W., ALI S.: *Advanced Motor Monitoring and Diagnostics*. IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 50, no. 5, pp. 3120–3127, Sept.–Oct. 2014.
- [12] RAD M.: *Diagnostyka klatki we współczesnych zabezpieczeniach silników indukcyjnych*. „Napędy i Sterowanie” 5/2016.
- [13] CHOQUEUSE V., ELBOUCHIKHI E., OUBRAHIM Z., BENBOUZID M.: *On the use of phase diversity for spectral estimation in current signature analysis*. IECON 2017 – 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Beijing, pp. 8093–8098, 2017.
- [14] PETRYNA J., ŁAWROWSKI Z., SUŁOWICZ M., GUZIEC K.: *Diagnozowanie i weryfikacja termowizyjna silników indukcyjnych z asymetrią elektromagnetyczną*. „Napędy i Sterowanie” 7–8/2017.
- [15] JUSZCZYK A.: *Diagnostyka silników wykorzystująca wielkości pomiarowe aparatury zabezpieczeniowej*. „Napędy i Sterowanie” 9/2018.
- [16] GLINKA T., SZYMANIEC S.: *Diagnostyka maszyn i urządzeń – uwagi ogólne*. „Napędy i Sterowanie” 5/2020.
- [17] DUDA A., SUŁOWICZ M., TULICKI J., WĘGIEL T., IWIŃSKI M.: *Skuteczne algorytmy diagnostyki stanu klatki silników indukcyjnych zaimplementowane w nowoczesnym uniwersalnym zabezpieczeniu cyfrowym*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2/2021.
- [18] <http://www.equipmenthealth.com/mcsa.htm>.

dr inż. Arkadiusz Duda, e-mail: [arkadiusz.duda@pk.edu.pl](mailto:arkadiusz.duda@pk.edu.pl)  
 dr hab. inż. Maciej Sułowicz, prof. PK, e-mail: [maciej.sulowicz@pk.edu.pl](mailto:maciej.sulowicz@pk.edu.pl)  
 mgr inż. Jarosław Tulicki, e-mail: [jaroslaw.tulicki@pk.edu.pl](mailto:jaroslaw.tulicki@pk.edu.pl)  
 dr hab. inż. Tomasz Węgiel, prof. PK, e-mail: [tomasz.wegiel@pk.edu.pl](mailto:tomasz.wegiel@pk.edu.pl)  
 Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej, Katedra Inżynierii Elektrycznej  
 mgr inż. Marcin Iwiński, e-mail: [marcin.iwinski@apator.com](mailto:marcin.iwinski@apator.com)  
 Apator Elkomtech SA

artykuł recenzowany

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.

**TEXELCO** – Sygnalizatory świetlne i dźwiękowe.

**HUGRO** – Dławice do kabli.

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

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

**MICRO DETECTORS** – Szeroka gama czujników.

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

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



**VAHLE**  
STROMZUFUHRUNGEN

**SCHLEGEL**  
ELEKTROKONTAKT

**LEAB**  
mobile energy

**TEXELCO**  
SAFETY TECHNOLOGY

**HUGRO**

**brevetti**  
stendato

**CATTRON**

**Micro Detectors**

**MARECHAL**  
ELECTRIC

# Silniki PMSM do zastosowań trakcyjnych – właściwości układu zasilania ograniczające parametry silnika

Emil Król, Tomasz Wolnik

## 1. Wstęp

Niniejszy artykuł jest kolejnym z serii „artykułem dydaktycznym”, w którym przedstawiono istotne aspekty związane z elektrycznym napędem trakcyjnym, wykorzystującym silniki PMSM. W publikacji omówiono zagadnienie ograniczeń parametrów eksploatacyjnych silnika, w tym głównie momentu i prędkości maksymalnej, jakie wprowadzają w układzie napędowym elementy układu zasilania. Ograniczenia te skutkują koniecznością przewymiarowania gabarytowego silnika lub elementów układu zasilania.

Samochody z napędem elektrycznym są pojazdami, które bardzo dobrze nadają się do wykorzystania w warunkach miejskich i podmiejskich. Ich głównymi zaletami są wysoka sprawność przetwarzania energii w energię mechaniczną, niska emisja hałasu oraz brak emisji szkodliwych toksyn, które są zawarte w spalinach pojazdów z napędem spalinowym [1]. Aby pojazd z napędem elektrycznym, np. autobus miejski, spełniał wszystkie wymagania eksploatacyjne, powinien być wyposażony w odpowiednio dobrany silnik elektryczny oraz elementy układu napędowego, takie jak wydajny akumulator trakcyjny, falownik energoelektroniczny czy odpowiedni most mechaniczny z mechanizmem różnicowym. W trakcyjnych napędach elektrycznych stosuje się zarówno silniki prądu stałego, silniki asynchroniczne, jak i silniki synchroniczne z magnesami trwałymi, cechujące się najwyższymi parametrami eksploatacyjnymi [1]. Do realizacji napędu pojazdu elektrycznego można wykorzystać każdy z wymienionych silników, lecz w niniejszym artykule skupimy się na silnikach synchronicznych PMSM.

**Streszczenie:** W artykule przede wszystkim zwrócono uwagę na ograniczenia parametrów silnika trakcyjnego PMSM, jakie wprowadzają w układzie napędowym elementy układu zasilania. W szczególności dotyczy to wartości momentu i prędkości maksymalnej. Istnieją sytuacje, w których projektowany silnik trakcyjny mógłby osiągać lepsze parametry, jednakże w rzeczywistym układzie istnieją ograniczenia, np. prądowe i napięciowe po stronie zasilającej silnik, które je limitują. Dostępność rynkowa układów energoelektronicznych oraz baterii trakcyjnych jest ograniczona i nie można ich dobierać w sposób elastyczny. W efek-

cie albo silnik trakcyjny musi być przewymiarowany gabarytowo (w stosunku do obciążeń termicznych), albo przewymiarowane są elementy układu zasilania. W publikacji skupiono się głównie na silnikach synchronicznych (PMSM) z magnesami trwałymi oraz na wpływie ograniczeń falownika i akumulatora na charakterystyki mechaniczne napędu. Pokazano proces prawidłowego doboru parametrów falownika i akumulatora pojazdu oraz ich wpływ na kształtowanie charakterystyki mechanicznej napędu elektrycznego.

Słowa kluczowe: napęd elektryczny, silniki PMSM, zasilanie falownikowe

## PMSM MOTORS FOR TRACTION APPLICATIONS – LIMITATIONS OF THE POWER SUPPLY SYSTEM

**Abstract:** In this paper the main attention has been focused on the limitations of the PMSM traction motor parameters introduced in the power system by the power system elements. In particular, this concerns the values of torque and maximum speed. There are situations in which the designed traction motor could have better parameters, but in the real system there are limitations, e.g. current and voltage on the motor supply side, which limit them. The market availability of power electronics and traction batteries is limited and cannot be selected flexibly. As a result, either the traction motor

must be oversized (in relation to the thermal loads) or the power system components are oversized. The publication focuses mainly on permanent magnet synchronous motors (PMSM) and the effect of inverter and battery limitations on the mechanical characteristics of the drive. The process of proper selection of inverter and vehicle battery parameters and their influence on shaping the mechanical characteristics of the electric drive is shown.

Keywords: electric drive, PMSM motors, power supply inverters

Warunkiem koniecznym dla napędu trakcyjnego jest spełnienie wymagań w zakresie momentu maksymalnego, mocy znamionowej oraz maksymalnej prędkości obrotowej silnika. Dobór parametrów układu silnik – falownik

będzie tu decydował o ostatecznych osiągnięciach pojazdu.

Do największych zalet silników PMSM należą [3, 4]:

- wysoka sprawność w całym zakresie prędkości obrotowej;





## BARDZIEJ INTELIGENTNY RUCH z siłownikiem IC™

Dzięki naszym siłownikom IC z wbudowanym sterownikiem otrzymujesz rozwiązanie o zredukowanej złożoności, co zmniejsza ryzyko błędów montażowych i zapewnia łatwą instalację. Ponadto, zyskujesz dostęp do danych zwiększających produktywność Twojego rozwiązania. Wszystko to w ramach współpracy z jednym, godnym zaufania partnerem. Wybór siłownika IC jest pod wieloma względami mądrym posunięciem:



### Uproszczenie procesów

dla usprawnienia prac projektowych i produkcji

- Szybsze wprowadzenie produktu na rynek
- Mniejsza liczba komponentów - redukcja błędów montażowych i awarii



### Funkcjonalna integracja

dla dopasowania do potrzeb każdej aplikacji

- Wybór interfejsów do bezproblemowej integracji z Twoim rozwiązaniem
- Szeroki zakres parametrów ruchu



### Możliwość monitorowania danych

dla ograniczenia przestoju i poprawy wydajności

- Dostęp do danych umożliwiających łatwe rozwiązywanie problemów i planowanie konserwacji
- Ciągłe doskonalenie dzięki danym historycznym



### Współpraca z jednym dostawcą

czyli kompleksowa obsługa, której możesz ufać

- Jeden punkt kontaktowy - kompletne rozwiązanie
- Sprawdzone i przetestowane rozwiązanie LINAK z pełnym wsparciem

**INTELIGENTNE siłowniki oferują więcej możliwości komunikacji:**



- szeroki zakres prędkości obrotowej;
- duża przeciążalność momentem;
- mniejsze wymiary gabarytowe w porównaniu do silników indukcyjnych lub silników prądu stałego;
- efektywna regulacja prędkości obrotowej;
- duża niezawodność ruchowa w porównaniu do silników prądu stałego, brak węzła szczotkowego.

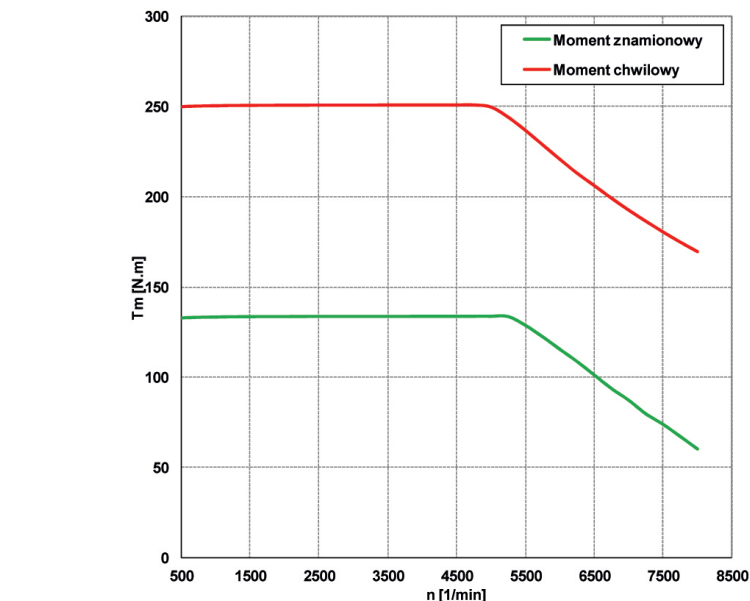
Do wad omawianych silników możemy zaliczyć [1, 2]:

- konieczność zastosowania falownika;
- wyższą cenę w porównaniu do silników indukcyjnych;
- konieczność zastosowania enkodera lub innych czujników prędkości obrotowej.

## 2. Charakterystyki trakcyjne silników PMSM z magnesami trwałymi

Silniki elektryczne z magnesami trwałymi dzielą się na kilka grup w zależności od sposobu oraz miejsca umieszczenia magnesów trwałych w maszynie [1, 2]. Kolejny podział narzuca sposób sterowania maszyny. Idealną charakterystyką eksploatacyjną silnika PMSM byłaby taka, która pozwala na pracę ze stałą wartością momentu znamionowego/maksymalnego aż do wartości prędkości maksymalnej. Wówczas maksymalna dynamika pojazdu utrzymywana byłaby w pełnym zakresie regulacji, niezależnie od jego prędkości. W czasie projektowania silnika elektrycznego bardzo łatwo jest uzyskać wysokie wartości momentu rozruchowego/maksymalnego [1], jak również wysoką prędkość maksymalną, jednak spełnianie obu warunków równocześnie jest już bardzo trudne i niestety wymaga kompromisu obu tych parametrów. Kompromis ten polega na odpowiednim kształtowaniu charakterystyki silnika z podziałem na strefę stałego momentu i strefę stałej mocy. W przeciwnym przypadku, bez wprowadzenia odpowiedniego kształtowania charakterystyki eksploatacyjnej, spełnienie tych warunków wymagałoby znacznego przewymiarowania silnika.

Z punktu widzenia charakterystyk oporów ruchu oraz charakterystyk trakcyjnych pojazdu duże wartości momentów są zwykle potrzebne przy małych prędkościach pojazdu, natomiast aby



Rys. 1. Charakterystyki silnika PMSM z dwustrefową regulacją prędkości obrotowej

pojazd mógł poruszać się z dużą prędkością maksymalną, odpowiednio duża musi być również prędkość maksymalna silnika. Z tego względu typowa charakterystyka trakcyjna silnika elektrycznego kształtuje się jak pokazano na rysunku 1.

Wpływ paramentów zasilania na kształtowanie się charakterystyki trakcyjnej napędu.

Zalety trakcyjnych silników elektrycznych pozwalają projektować nowoczesne układy napędowe składające się wyłącznie z silnika i przekładni głównej (mechanizm różnicowy) [1]. W tego typu napędach rezygnuje się ze skrzyni biegów, co upraszcza układ napędowy, ale wymaga od silnika bardzo wysokich momentów maksymalnych i pracy przy wysokich prędkościach obrotowych.

Pierwsza strefa regulacji prędkości obrotowej od zera aż do tzw. prędkości bazowej (przebieg charakterystyki), limitowana jest napięciem DC zasilania falownika, które jest równocześnie napięciem akumulatora trakcyjnego (rys. 1). W tej strefie silniki PMSM są sterowane przez falownik algorytmem, który wymusza, by pracowały przy maksimum ilorazu momentu elektromagnetycznego do prądu zasilania [2, 3].

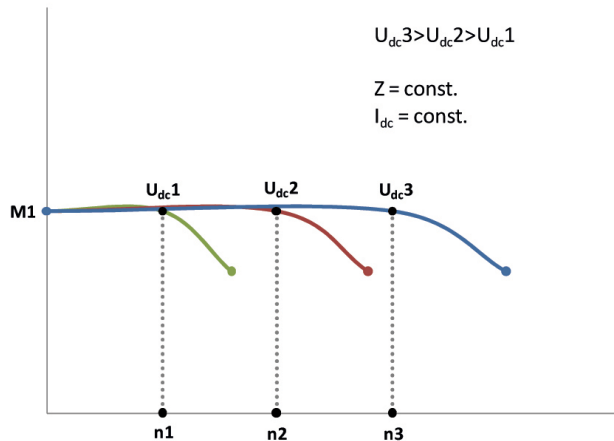
W drugiej strefie regulacji prędkości, powyżej prędkości bazowej, silnik pracuje w strefie stałej mocy. Zwiększenie prędkości obrotowej silnika jest realizowane przez osłabianie

strumienia magnetycznego (odwzbudzenie) w szczelinie powietrznej poprzez odpowiednie sterowanie falownikiem silnika, co wiąże się również z obniżeniem momentu elektromagnetycznego wytwarzanego przez silnik. Moment ten zmniejsza się proporcjonalnie do przyrostu prędkości obrotowej, w efekcie czego moc silnika utrzymuje się na stałym poziomie. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę, że pomimo zmniejszania momentu, silnik zasilany jest cały czas stałą wartością RMS prądu fazowego z większym udziałem składowej prądu  $I_d$ . Poziom napięcia zasilania jest więc pierwszym ograniczeniem w torze zasilania, który wymusza odpowiedni kształt charakterystyki silnika (rys. 2).

Korzystając z możliwości odwzudzenia silnika PMSM, możemy podnieść prędkość maksymalną silnika. W tym przypadku ograniczeniem staje się wytrzymałość napięciowa falownika przy zaniku osłabiania strumienia głównego w silniku przy maksymalnej prędkości obrotowej, np. stan awaryjny.

Zanik osłabiania strumienia głównego w silniku powoduje gwałtowny wzrost napięcia od magnesów trwałych, mogący w niesprzyjających warunkach uszkodzić napięciowo falownik. Ograniczenie to powoduje, że dla typowych falowników (nieprzewymiarowanych napięciowo) prędkość bazowa silnika nie może być mniejsza niż 50% prędkości

## DRIVING YOUR BUSINESS



Rys. 2. Wpływ zmiany napięcia zasilania DC na kształt charakterystyki eksploatacyjnej silnika:  
Z - liczba zwojów; M - moment, n - prędkość obrotowa

maksymalnej. Chcąc ograniczyć napięcie od magnesów (BACK EMF), należy zredukować liczbę zwojów na fazę w silniku. Zmniejszenie liczby zwojów przy niezmięnionej wydajności prądowej falownika ogranicza niestety moment maksymalny silnika [1].

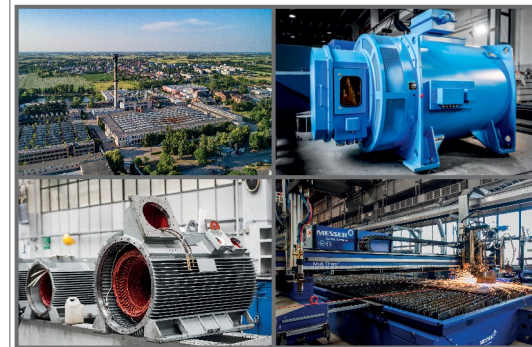
W silnikach trakcyjnych wymagane wartości chwilowych momentów obciążenia są kilkakrotnie większe od momentu znamionowego. Wartość momentu maksymalnego silnika jest determinowana głównie wydajnością prądową falownika, jak i odpowiednio dobraną liczbą zwojów, przy czym zwiększanie liczby zwojów powoduje wzrost maksymalnego momentu. Z drugiej strony dobór liczby zwojów jest związany również z maksymalnym zakresem prędkości obrotowej, z tym że ze skutkiem odwrotnym, tzn. zwiększanie liczby zwojów przy niezmięnionej wartości napięcia zasilania DC powoduje zmniejszanie prędkości maksymalnej (rys. 3). W efekcie końcowym, po znalezieniu kompromisu w doborze ilości zwojów, można przyjąć, że wydajność prądowa falownika determinuje moment maksymalny napędu.

Dla rzeczywistych układów energoelektronicznych zwykle przeciążalność prądowa falownika wynosi około 2. Przeciążalność ta decyduje o krotności momentu elektromagnetycznego, jak również o dynamice działania napędu i całego pojazdu. Dynamika pojazdu jest jednym z kryteriów aktywnego bezpieczeństwa na drodze, gdyż dzięki dużej

dynamice można znacząco skrócić niebezpieczne manewry drogowe, takie jak wyprzedzanie.

Aby zapewnić porównywalną dynamikę pojazdu z napędem elektrycznym, silnik elektryczny powinien mieć zbliżony kształt charakterystyki mechanicznej do wypadkowej charakterystyki użycia wszystkich biegów w samochodzie z silnikiem spalinowym. Optymalna charakterystyka silnika pojazdu powinna mieć bardzo wysoki moment maksymalny, który silnik musi utrzymać do 20% wartości prędkości maksymalnej pojazdu. Dla pojazdów miejskich można założyć że wystarczająca jest prędkość maksymalna na poziomie 150 km/h, w związku z tym prędkość bazowa powinna wynosić około 30% wartości maksymalnej, to jest 50 km/h.

Kolejnym czynnikiem mającym wpływ na kształt charakterystyki eksploatacyjnej silnika i jednocześnie ograniczającym jego parametry jest akumulator lub bateria trakcyjna o ograniczonej pojemności i wydajności prądowej. W związku z tym mamy ograniczenie wartości pobieranego prądu oraz ograniczenie wartości napięcia zasilania. Ograniczenie napięcia przekłada się na ograniczenie prędkości maksymalnej silnika (rys. 2). Natomiast ograniczenie prądu akumulatora przekłada się na ograniczenie momentu, a zarazem i mocy silnika (rys. 5). Analizując wykresy przedstawione na rys. 5, widzimy wyraźne ograniczenie parametrów napędu z uwagi na możliwy ciągły i maksymalny pobór mocy



INDIVIDUAL APPROACH POWER OF EXPERIENCE MORE ENERGY EFFICIENT CHALLENGING PROJECTS IDEAS TURNED INTO ENERGY CONTINUOUS TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT MOST DEMANDING APPLICATIONS CHALLENGING PARTNERSHIP MORE ENERGY EFFICIENT ACCESS TO POWER OF QUALITY IDEAS TURNED INTO ENERGY SOLID PARTNER SERVICE DRIVING OUR BUSINESS PROFESSIONAL SERVICE IDEA TURNED INTO ENERGY GLOBAL PRESENCE CONTINUOUS TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IDEAS TURNED INTO ENERGY INDIVIDUAL APPROACH POWER OF EXPERIENCE MORE ENERGY EFFICIENT CHALLENGING PROJECTS

100

lat tradycji

since 1920

since 1878

since 1878

www.cantoni-group.com

reklama

z akumulatora trakcyjnego. Ograniczenie poboru mocy wynika z ograniczonej pojemności akumulatorów trakcyjnych oraz typu zastosowanych ogniw.

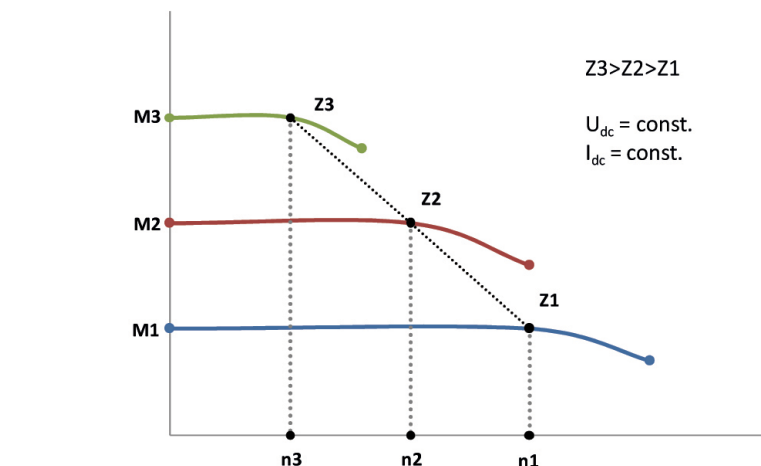
## 5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono aspekt ograniczeń charakterystyk eksploatacyjnych silnika poprzez właściwości układu i toru zasilającego. Ograniczenia te w stosunku do wymagań stawianych napędowi trakcyjnemu wymuszają często przewymiarowanie gabarytowe silnika lub/i przewymiarowanie prądowe/napięciowe falownika i nie są one w tym przypadku determinowane aspektami termicznymi. Przewymiarowanie silnika oraz przewymiarowanie prądowe falownika z równoczesnym ograniczeniem prędkości bazowej należą do najczęściej stosowanych metod kształtowania charakterystyki trakcyjnej silników PMSM z magnesami trwałymi.

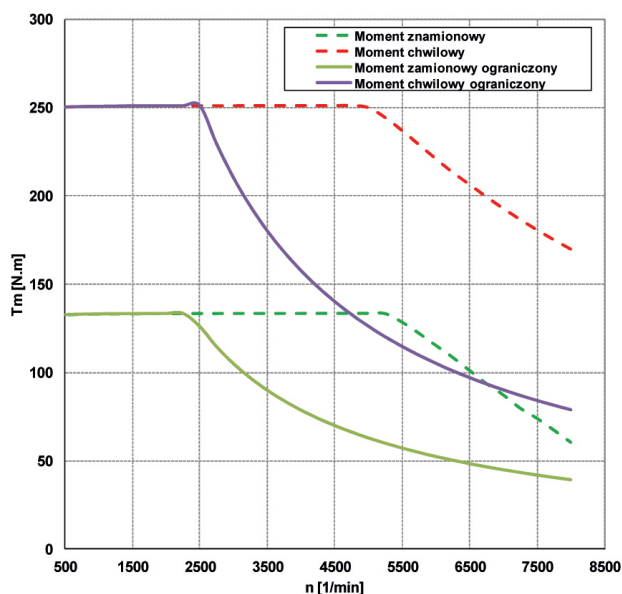
Inną metodą stosowaną przez producentów elektrycznych napędów trakcyjnych jest stosowanie specjalnego falownika, który umożliwia przełączanie liczby zwojów silnika w trakcie jego pracy. Silnik musi mieć wówczas wykonane specjalne uzwojenie. W tym przypadku nie ma konieczności przewymiarowania silnika mocowo, a napęd zachowuje się tak, jakby miał zintegrowaną przekładnię mechaniczną, czyli realizuje pełne pokrycie wymaganej charakterystyki trakcyjnej. Metoda ta jest rzadko stosowana ze względu na wysokie koszty specjalnego falownika i skomplikowanego silnika.

Kolejną metodą, szeroko stosowaną np. przez Toyotę, jest budowa specjalnego układu podnoszącego napięcie DC zasilające falownik w drugiej strefie regulacji prędkości obrotowej. Dodatkowe urządzenie podnoszące napięcie DC stanowi dodatkowy koszt napędu. W wielu przypadkach koszt urządzenia podnoszącego napięcie DC jest porównywalny do kosztu falownika, który ze względu na wyższe wartości stosowanych napięć musi być również przewymiarowany napięciowo. Dodatkowa przetwornica DC/DC obniża sprawność całego napędu oraz znacząco podnosi jego masę.

Samochody z napędem elektrycznym mają zasięg ok. czterokrotnie mniejszy



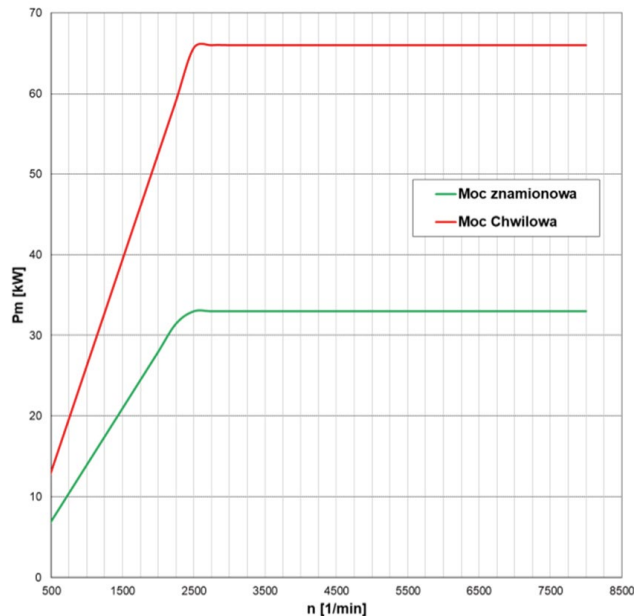
Rys. 3. Wpływ zmiany liczby zwojów silnika Z na kształt charakterystyki eksploatacyjnej silnika: M - moment; n - prędkość obrotowa



Rys. 4. Charakterystyki trakcyjne silnika PMSM z programowym kształtowaniem charakterystyki

od swoich odpowiedników z napędem spalinowym. Różnica jest jeszcze bardziej widoczna w okresie jesienno-zimowym, w którym kierowcy zaczynają używać elektrycznego ogrzewania wnętrza pojazdu. Zwiększenie zasięgu pojazdu z napędem elektrycznym do poziomu porównywalnego z samochodami z napędem spalinowym wiąże się ze znaczącym zwiększeniem pojemności akumulatorów, a co za tym idzie – masy pojazdu. Opracowanie akumulatorów o wyższej gęstości energii pozwoliłoby pojazdom z napędem elektrycznym dorównać pod względem zasięgu obecnym pojazdom z napędem spalinowym.

Dodatkowo zwiększenie pojemności akumulatorów trakcyjnych pozytywnie wpłynie na ich obciążalność prądową, a co za tym idzie – na łatwość kształtowania charakterystyki trakcyjnej napędów elektrycznych. Cechą charakterystyczną napędu elektrycznego połączonego z mostem mechanicznym ze zintegrowanym mechanizmem różnicowym jest to, że pojazdem z tym napędem można poruszać się jak pojazdem z automatyczną skrzynią biegów, a ponieważ nie ma możliwości odłączenia mechanizmu przenoszącego moment od silnika elektrycznego, można wykorzystywać silnik w całym zakresie pracy



Rys. 5. Charakterystyki mocy silnika PMSM z uwzględnieniem wydajności akumulatora trakcyjnego

silnikowej i prądnicowej. Taki stan pracy bardzo łatwo wykorzystać przy hamowaniu regeneracyjnym, które nie tylko pozwala kierowcy odzyskać część energii, ale również pozwala zmniejszyć zapalenie wynikające ze zużywających się klocków układu hamulcowego.

Przewymiarowanie mocowe silnika napędowego oraz falowników pojazdu niekorzystnie wpływa na jego masę i zajmowaną objętość. Objętość i masa silnika jest kolejnym elementem ograniczeń, jakie narzuca budowa nowoczesnego samochodu osobowego.

### Literatura

- [1] BERNATT J.: *Obwody elektryczne i magnetyczne maszyn elektrycznych wzbudzanych magnesami trwałymi*. Wydawnictwo BOBRME Komel, Katowice 2011.
- [2] ROSSA R., KRÓL E.: *Regulacja prędkości obrotowej w napędzie elektrycznym „e-Kit” dedykowanym do elektryfikacji małych samochodów osobowych i dostawczych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 4(97)/2012.
- [3] MORIMOTO S., HATANAKA K., TONG Y., TAKEDA Y., HIRASA T.: *Servo Drive System and Control Characteristics of Salient Pole Permanent Magnet Synchronous Motor*. IEEE Trans. on Ind. Appl., Vol. 29, No. 2, Mar./Apr. 1993.

- [4] MORIMOTO S., SANADA M., TAKEDA Y., TANIGUCHI K.: *Optimum Machine Parameters and Design of Inverter-Driven Synchronous Motors for Wide Constant Power Operation*. Ind. Appl. Society Annual Meeting, 1994, Conference Record of the 1994 IEEE.
- [5] FRĘCHOWICZ A., DUKALSKI P., BIAŁAS A.: *Projekt napędu samochodu elektrycznego z dwustrefowym układem sterowania współpracującym z silnikiem PMSM*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 3(96)/2012.
- [6] KRÓL E., ROSSA R.: *Badanie układu napędowego pojazdu z napędem e-Kit pod kątem zwiększenia zasięgu*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2/2015.

Artykuł był oryginalnie wysłany na XXIX Konferencję Naukowo-Techniczną „Problemy eksploatacji maszyn i napędów elektrycznych” i opublikowany w czasopiśmie: „Maszyny elektryczne – Zeszyty Problemowe”.

mgr inż. Emil Król  
dr inż. Tomasz Wolnik  
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut  
Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL

artykuł recenzowany

reklama



### Oto STAUFF Polska

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

Systemy Mocowania



Systemy Pomiarowe



Technika Filtracji



Diagtronics



Akcesoria Hydrauliczne



Zawory Kulowe



Złącza Hydrauliczne



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

# Układ napędowy dla pojazdów dostawczych i specjalistycznych jako odpowiedź na zapotrzebowanie rynku elektromobilnego

Piotr Szewczyk, Andrzej Łebkowski

**Streszczenie:** Dynamiczny rozwój rynku pojazdów elektrycznych spowodowany wprowadzeniem ograniczeń legislacyjnych, związanych z ograniczeniem emisji spalin generowanej przez układy napędowe stosowane w pojazdach, przyczynia się do rozwoju nowych technologii układów napędowych. Przedsięwzięcia podejmowane przez Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. wpisują się w założenia tej polityki, dzięki czemu firma opracowała i skonstruowała systemy i urządzenia elektrotechniczne, jakie mogą znaleźć zastosowanie w bezemisyjnych elektrycznych układach napędowych pojazdów. W publikacji przedstawiono elektryczny system napędowy, jaki może być zastosowany w pojazdach osobowych, dostawczych oraz

specjalistycznych, który został opracowany na bazie własnych rozwiązań technologicznych firmy AREX Sp. z o.o. Zaprezentowano podstawowe parametry elementów elektrycznego systemu napędowego dedykowanego pojazdom samochodowym, takie jak: magazyny energii elektrycznej wraz z układami nadzorującymi ich pracę i zapewniającymi dopływ energii; falowniki; silniki; a także urządzenia wspomagające pracę systemu sterowania napędem. Przedstawiono analizy uzyskanych wyników badań trakcyjnych i laboratoryjnych opracowanego elektrycznego układu napędowego.

Słowa kluczowe: elektryczny samochód dostawczy, zestaw do elektryfikacji, silnik synchroniczny

## INNOVATIVE POWERTRAIN FOR DELIVERY AND SPECIAL VEHICLES AS A SOLUTION FOR ELECTROMOBILITY MARKET

**Abstract:** Dynamic development of the electric vehicle market, caused by the introduction of legislative restrictions related to the reduction of exhaust emissions generated by the propulsion systems used in vehicles, contributes to the development of new propulsion system technologies. Projects realized by Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o., are in line with this policy requirements, and the company has developed and constructed electrotechnical systems and devices that can be used in zero-emission electric vehicle powertrain systems. This

publication presents proprietary technological solutions developed by AREX Sp. z o.o., an electric drive system that can be used in passenger, delivery and specialist vehicles. The basic parameters of the major components of the EV are presented, such as energy storage system with advanced power management system supervising its operation and ensuring energy supply; inverters; motors; as well as devices supporting the drive control system. The analysis of obtained results of traction and laboratory tests, developed electric drive system is presented.

Keywords: electric delivery vehicle, electrification kit for a van, electric powertrain, synchronous motor

## 1. Wstęp

Pierwsze pojazdy dostawcze z napędem elektrycznym znane były już w 1895 roku, kiedy to amerykańska firma Riker Electric Motor Co. z Nowego Jorku rozpoczęła produkcję dwumiejscowych trzykołowych ciężarówek. Pojazdy te charakteryzowały się możliwością przewożenia towarów do 5 ton, przy masie akumulatorów 1,5 tony, na dystansie do 50 km, z prędkością maksymalną na poziomie 10 km/h [1]. W późniejszym okresie firma Riker Electric Motor Co. opracowała około kilkudziesięciu różnych typów elektrycznych pojazdów użytkowych. Inne znane firmy zajmujące się produkcją pojazdów elektrycznych w tamtym okresie to: General Electric (powstała z połączenia firm Edison Electric Light Company i Thomson-Houston Company); Baker Motor Vehicle Company; Electric Carriage and Wagon & Co.; Rauch & Lang czy też firmy z Europy, takie

jak: Compagnie l'Abeille; System Krieger Electric Car Company; Bouquet, Garcin & Schivre (BGS); Société de Mobilité Electriques (Sovel); Motorfahrzeug und Motorenfabrik Berlin-Marienfelde (MMB); Mercedes-Electrique; Elektro-Daimler oraz wiele innych [1].

Dostawcze pojazdy z napędem elektrycznym wykorzystywane były w owych czasach głównie na terenach miejskich, do przewozu różnego rodzaju ładunków: jako pojazdy techniczne do stawiania słupów telefonicznych, jako samochody do przewożenia mleka, pieczywa, produktów spożywczych, mobilne punkty sprzedaży posiłków, lodów, kawiarnie, samochody pocztowe, a nawet jako pojazdy policji, straży pożarnej i karetki pogotowia. Pojazdy te rozwijały prędkości ok. 50 km/h i miały zasięgi do 100 km. Po osiągnięciu historycznego szczytu liczby



Rys. 1. Elektryczny pojazd firmy Edison Lansden Company [1]

ok. 30 tys. pojazdów elektrycznych w 1912 roku, co stanowiło ok. 50% wszystkich pojazdów na świecie, nastąpił upadek technologii napędu elektrycznego aż do początku XXI wieku.

Występujące zmiany klimatyczne w ostatnich dekadach wymusiły na decydentach wprowadzenie rygorystycznych przepisów związanych z ograniczeniem emisji spalin przez transport samochodowy. Działania te zapoczątkowały ponowne odrodzenie się idei zastosowania układów elektrycznych do napędu pojazdów i odkurzenia większości technologii, które zostały opracowane na przełomie XIX i XX wieku (elektryczne silniki różnego typu umieszczone centralnie, poprzez przekładnie, silniki zamontowane w kołach, technologie hybrydowe, ogniwa paliwowe itp.). Z początkiem XXI wieku dla użytkowników pojazdów elektrycznych zaoferowano wiele przywilejów i udogodnień w postaci możliwości poruszania się w centrach miast, korzystania z wydzielonych pasów ruchu drogowego, darmowych parkingów, darmowego ładowania zasobników energii

elektrycznej czy też preferencyjnych dopłat do zakupu pojazdu. Dzięki takim działaniom ożywił się rynek dostawczych pojazdów z napędem elektrycznym. Aktualnie w ofercie handlowej można znaleźć dostawcze pojazdy elektryczne produkowane praktycznie pod logiem każdego znanego producenta motoryzacyjnego [2, 3]. Jednocześnie pojazdy oferowane przez koncerny motoryzacyjne są stosunkowo drogie. Rozwiązaniem może być implementacja elektrycznego układu napędowego do istniejącego pojazdu dostawczego z klasycznym napędem spalinowym. Zastosowanie takiego układu umożliwi eksploatację pojazdu dostawczego z napędem elektrycznym w centrach miast i jednocześnie przemieszczanie się poza aglomeracjami miejskimi przy użyciu napędu spalinowego. Zaletą takiego układu napędowego jest też większa niezawodność pojazdu dzięki możliwości osobnego użytkowania niezależnych układów napędowych. W proponowanej publikacji przedstawiono rozwiązanie umożliwiające elektryfikację dostawczego pojazdu z napędem spalinowym, opracowane i zrealizowane przez Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. w Gdyni.

## 2. System elektryfikacji pojazdów dostawczych

Elektryfikację dowolnego pojazdu samochodowego można przeprowadzić, wymieniając jego aktualną spalinową jednostkę napędową lub dostawiając dodatkowy układ napędowy. Dodatkowy elektryczny układ napędowy może być zainstalowany na przykład w postaci silników montowanych w kołach pojazdu [4], na linii istniejącego wału napędowego [5–8] lub w osi napędowej pojazdu [9]. Firma AREX Sp. z o.o. proponuje zastosowanie systemu do elektryfikacji pojazdów dostawczych, w którym silnik elektryczny poprzez wał pędny przekazuje moment obrotowy na most pojazdu. Proponowane rozwiązanie technologiczne umożliwia osobne wykorzystywanie napędu spalinowego napędzającego przednie koła pojazdu, napędu elektrycznego napędzającego tylne koła pojazdu oraz obu napędów jednocześnie w trybie pracy generatorowej. Ostatnie

reklama



**AREX**   
WB GROUP

## QUARK

Innowacyjny napęd  
platform mobilnych

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

Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych  
AREX Sp. z o.o.  
ul. Hutnicza 3, 81-212 Gdynia, Poland

t: +48 58 344 35 40  
f: +48 58 344 35 39  
marketing@arex.pl

rozwiązanie umożliwia ładowanie magazynu energii w trakcie jazdy przy użyciu napędu spalinowego lub wspomaganie hamowania pojazdu i ładowanie magazynu energii podczas hamowania, bez utraty części energii kinetycznej pochodzącej od napędu spalinowego.

Głównym elementem napędowym systemu elektrycznego jest silnik synchroniczny z magnesami trwałymi o oznaczeniu DCE-200. Silnik ten może być użytkowany zarówno w przemyśle ciężkim, jak i motoryzacyjnym, do napędu pojazdów samochodowych, dostawczych, użytkowych oraz specjalistycznych. Widok silnika DCE-200 przedstawiono na rysunku 2.

Silnik DCE-200 charakteryzuje się dużą dynamiką pracy w szerokim zakresie prędkości obrotowej. Może pracować w zakresie temperatur od  $-40$  do  $+65^{\circ}\text{C}$ . Posiada cztery wbudowane czujniki temperaturowe, dzięki którym możliwa jest precyzyjna kontrola warunków jego pracy i sterowanie cieczowym układem chłodzenia. Nominalne napięcie pracy silnika DCE-200 wynosi  $500\text{ V AC}$ , a nominalna wartość skuteczna prądu  $150\text{ A}$ . Silnik charakteryzuje się wysokim momentem obrotowym sięgającym  $2400\text{ Nm}$ . Ma możliwość rozwinięcia prędkości obrotowej do  $2800\text{ RPM}$ . Poziomą sprawność tego silnika jest również wysoka i sięga  $96\%$ .

Do sterowania pracą silnika DCE-200 opracowany został falownik STS-202. Sterownik silnika elektrycznego STS-202 przeznaczony jest do zasilania i sterowania pracą maszyn elektrycznych prądu przemiennego stosowanych w pojazdach z napędem elektrycznym. Falownik STS-202 wyposażony został w nowoczesny procesor sygnałowy oraz układ programowalny FPGA.

Dzięki temu możliwa jest szeroka diagnostyka parametrów i realizowanych funkcji przy użyciu systemu rejestracji i podglądu zdarzeń. Posiada szereg konfigurowalnych wejść/wyjść (sygnałowe  $5 + 2$ , dowolnie konfigurowalne DIO lub AIO  $0...32\text{ V}$ , dwa wejścia bezpieczeństwa) do sterowania i komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi współpracującymi w ramach opracowanego systemu napędowego, jak na przykład porty komunikacyjne CAN oraz RS422. Zakres napięcia zasilania sięga  $850\text{ V DC}$ . Pomocnicze napięcie zasilania może oscylować w zakresie  $7-35\text{ V DC}$ . Maksymalna moc wyjściowa falownika wynosi  $300\text{ kW}$ , a szczytowa wartość skuteczna prądu sięga  $400\text{ A}$ . Falownik jest w stanie współpracować z silnikami synchronicznymi, w których położenie wirnika odczytywane jest za pomocą resolwera lub czujników Halla. Falownik został wyposażony w szereg zabezpieczeń sprzętowych i programowych, do których należą zabezpieczenia: nadprądowe, nadnapięciowe, podnapięciowe, temperaturowe oraz bezpieczeństwa.

Zastosowanie cieczowego systemu chłodzenia pozwala na pracę falownika w szerokim zakresie temperatur otoczenia od  $-40$  do  $+105^{\circ}\text{C}$ . Falownik może być wykonany w dwóch wersjach produkcyjnych z użyciem tranzystorów IGBT lub SiC. Falownik STS-202 charakteryzuje się wysokim poziomem sprawności sięgającym  $98\%$ .

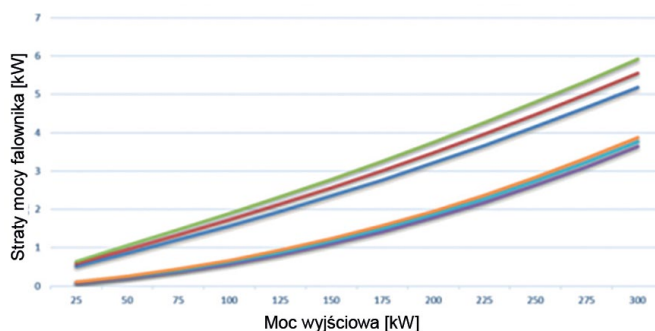
Obudowa falownika STS-202, odizolowana elektrycznie, wykonana została z anodyzowanego aluminium, a zastosowane złącza sygnałowe wykonano w technologii przemysłowej lub militarnej. Dzięki temu uzyskano stopień ochrony obudowy IP67.



Rys. 2. Silnik synchroniczny DCE-200



Rys. 3. Falownik STS-202



Rys. 4. Charakterystyka strat mocy falownika STS-202 w zależności od mocy wyjściowej



Rys. 5. Magazyn energii BAT-201

Moc niezbędna do zasilania falownika STS-202 dostarczana jest z magazynu energii BAT-201, który w zależności od zapotrzebowania może składać się z różnej ilości modułów bateryjnych BMU-201.



Podczas prowadzonych badań wykorzystywany był magazyn energii BAT-201 składający się z 6 modułów bateryjnych BMU-201. Do budowy modułów bateryjnych BMU-201 zastosowano ogniwa litowo-fosforowo-żelazowe (LiFePO<sub>4</sub>). Łączna pojemność magazynu energii BAT-201 wynosi 63,4 kWh, napięcie nominalne 633,6 V. Maksymalny prąd szczytowy pobierany z BAT-201 może wynosić 1000 A.

Do uzupełniania energii w magazynie BAT-201 (G2V) lub przekazywania jej do sieci elektroenergetycznej (V2G) opracowano dwukierunkową ładowarkę stacjonarną PBC-200 [10] o mocy nominalnej 45 kW oraz ładowarkę pokładową PBC-201 o mocy 3,3 kW.

Aby podczas użytkowania pojazdu w trybie napędu elektrycznego zapewnić odpowiednie zasilanie w instalacji pokładowej 12 V DC, opracowana została przetwornica PSU-203.

Przetwornica PSU-203 przeznaczona jest do zasilania urządzeń pokładowych w pojeździe, podłączonych do instalacji niskiego napięcia (LV), z energii pochodzącej z wysokonapięciowego źródła zasilania (HV), jakim jest magazyn BAT-201. Przetwornica PSU-203 umożliwia także monitorowanie parametrów akumulatora (napięcia, prądu, temperatury) zasilającego pokładową instalację niskonapięciową (12 V / 24 V) oraz realizację funkcji ładowania zgodnie z zaprogramowaną charakterystyką. Przetwornica DC-DC (HV/LV) w zależności od poziomu napięcia w instalacji pokładowej jest w stanie zapewnić moc 1,5 kW dla 12 V DC oraz 3 kW dla 24 V DC.

PSU-203 charakteryzuje się możliwością pracy w trybie zasilacza, zasilacza buforowego lub ładowarki. Umożliwia skalowanie mocy w obwodzie zasilającym poprzez sposobność równoległego połączenia większej ilości takich urządzeń. Dzięki zastosowaniu nowoczesnego procesora sygnałowego przetwornica PSU-203 zapewnia wysoką stabilność prądu i napięcia wyjściowego, kompensację spadku napięcia na przewodach DC, a także dzięki wbudowanej magistrali komunikacyjnej CAN – możliwość współpracy z nadrzędnym systemem sterującym, jakim jest na przykład VCU-200.

Komputer pokładowy VCU-200 wraz z panelem sterującym został opracowany w celu umożliwienia zarządzania pracą elektrycznego układu napędowego pojazdu wyposażonego w dwa niezależne układy napędowe. VCU-200 umożliwia nadzór nad układem trakcyjnym oraz systemem zarządzania magazynem energii i układami pomocniczymi. Monitoruje urządzenia peryferyjne poprzez kanały komunikacyjne oraz archiwizuje parametry pracy.

Widok pojazdu z elektrycznym układem napędowym zaprojektowanym i zrealizowanym przez Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. w Gdyni przedstawiono na rysunku 9.

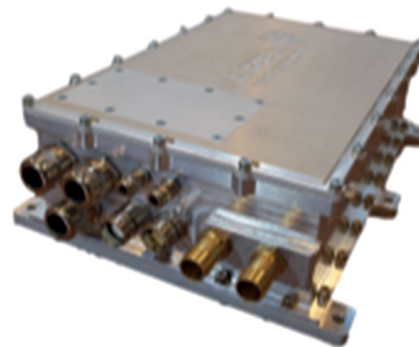
Oprócz wymienionych podzespołów elektrycznego systemu napędowego firma AREX Sp. z o.o., opracowała wiele elementów i systemów umożliwiających kompleksową budowę i eksploatację różnego rodzaju pojazdów z napędem elektrycznym.

### 3. Wyniki badań eksploatacyjnych

W trakcie prowadzonych badań elektrycznego układu napędowego pojazdu dostawczego rejestrowane były



Rys. 6.  
Dwukierunkowa  
ładowarka PBC-200  
dla pojazdów elek-  
trycznych



Rys. 7.  
Przetwornica  
pokładowa  
PSU-203

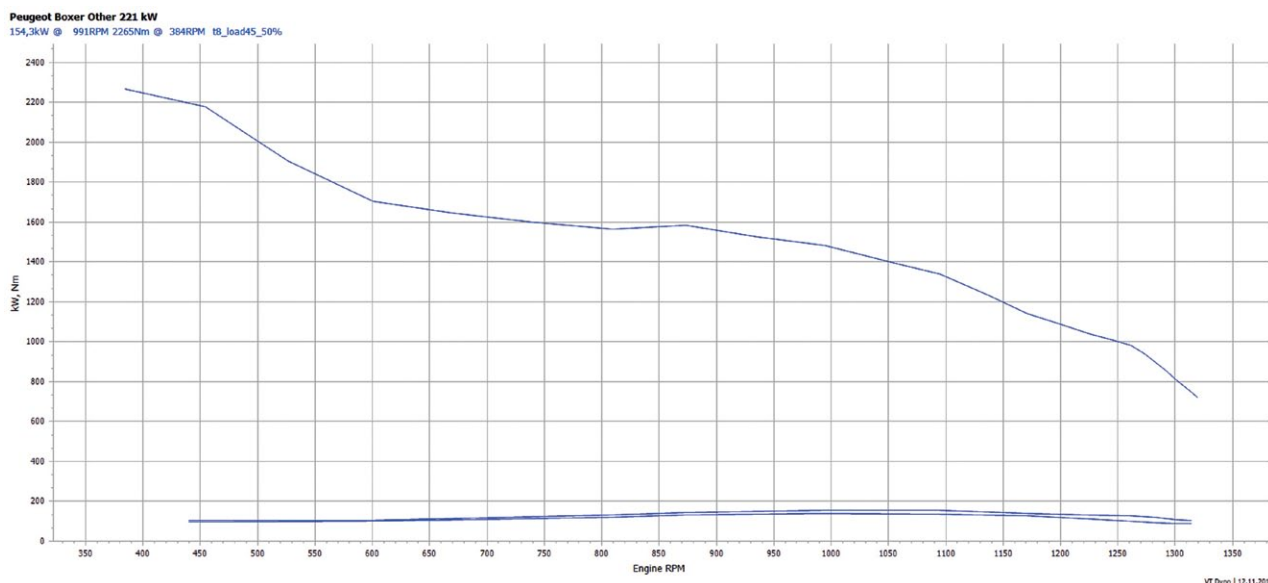


Rys. 8.  
Komputer  
pokładowy  
VCU-200



Rys. 9. Widok pojazdu z elektrycznym układem napędowym firmy AREX Sp. z o.o.

parametry związane z napięciem i prądem pakietu akumulatorów, prędkością przemieszczania się pojazdu oraz temperatury falownika i silnika. Na rysunku 10 zaprezentowano dane zarejestrowane na hamowni pojazdowej. Podczas badań na hamowni



Rys. 10. Przykładowe przebiegi momentu i mocy elektrycznego układu napędowego z silnikiem DCE-200 i falownikiem STS-202, dla pojazdu dostawczego, zarejestrowane na hamowni podwoziowej

podwoziowej rejestrowano moment i moc generowane przez silnik DCE-200 przekazujący moment obrotowy przez wałek napędowy na most napędowy znajdujący się w tylnej osi pojazdu. W górnej części wykresu przedstawiono moment osiągnięty przez silnik DCE-200, natomiast poniżej osiąganą moc.

Na rysunku 11 przedstawiono przykładowe parametry eksploatacyjne elektrycznego układu napędowego zarejestrowane podczas badań w rzeczywistych warunkach drogowych. Przedstawione zostały przykładowe wartości prędkości rozwijanej przez pojazd i odpowiadające jej wartości napięcia, prądu oraz mocy pobieranej z magazynu energii przy pracy silnikowej i oddawanej podczas realizacji hamowania odzyskowego.

#### 4. Dyskusja wyników

Opracowany przez Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o. system do elektryfikacji pojazdów dostawczych potwierdził swoją praktyczną użyteczność. Podczas prowadzonych badań na hamowni podwoziowej, pomimo obniżonego napięcia zasilania, silnik DCE-200 bez problemu wygenerował moc ponad 150 kW i moment obrotowy na poziomie 2265 Nm. Przedstawione wartości zapewniają dostateczną dynamikę dla pojazdu dostawczego o DMC do 3,5 tony poruszającego się w ruchu miejskim. W trakcie realizacji badań, dzięki algorytmom sterowania zaszytym w falowniku STS-200, związanym z odzyskiwaniem energii oraz hamowaniem odzyskowym, bez problemu uzyskiwano prędkości pojazdu ponad 100 km/h.

W trakcie realizacji badań trakcyjnych w rzeczywistym ruchu drogowym badano dynamikę pojazdu oraz zużycie energii. W trakcie realizacji badań testowany pojazd pokonał dystans 105 km, zużywając energię na poziomie ok. 50 kWh. Średnia wartość zużycia energii przez pojazd w trakcie badania wyniosła ok. 480 Wh/km. Ilość energii zgromadzonej w magazynie umożliwiłaby pokonanie dystansu na poziomie 130 km, co dla eksploatacji pojazdu w warunkach miejskich jest wartością wystarczającą.

Dla porównania zużycia energii przez testowany pojazd zrealizowano tę samą trasę z udziałem napędu spalinowego. Zużycie oleju napędowego wyniosło 13,69 l/100 km, co odpowiada równoważnemu zużyciu energii elektrycznej na poziomie ok. 1465 Wh/km.

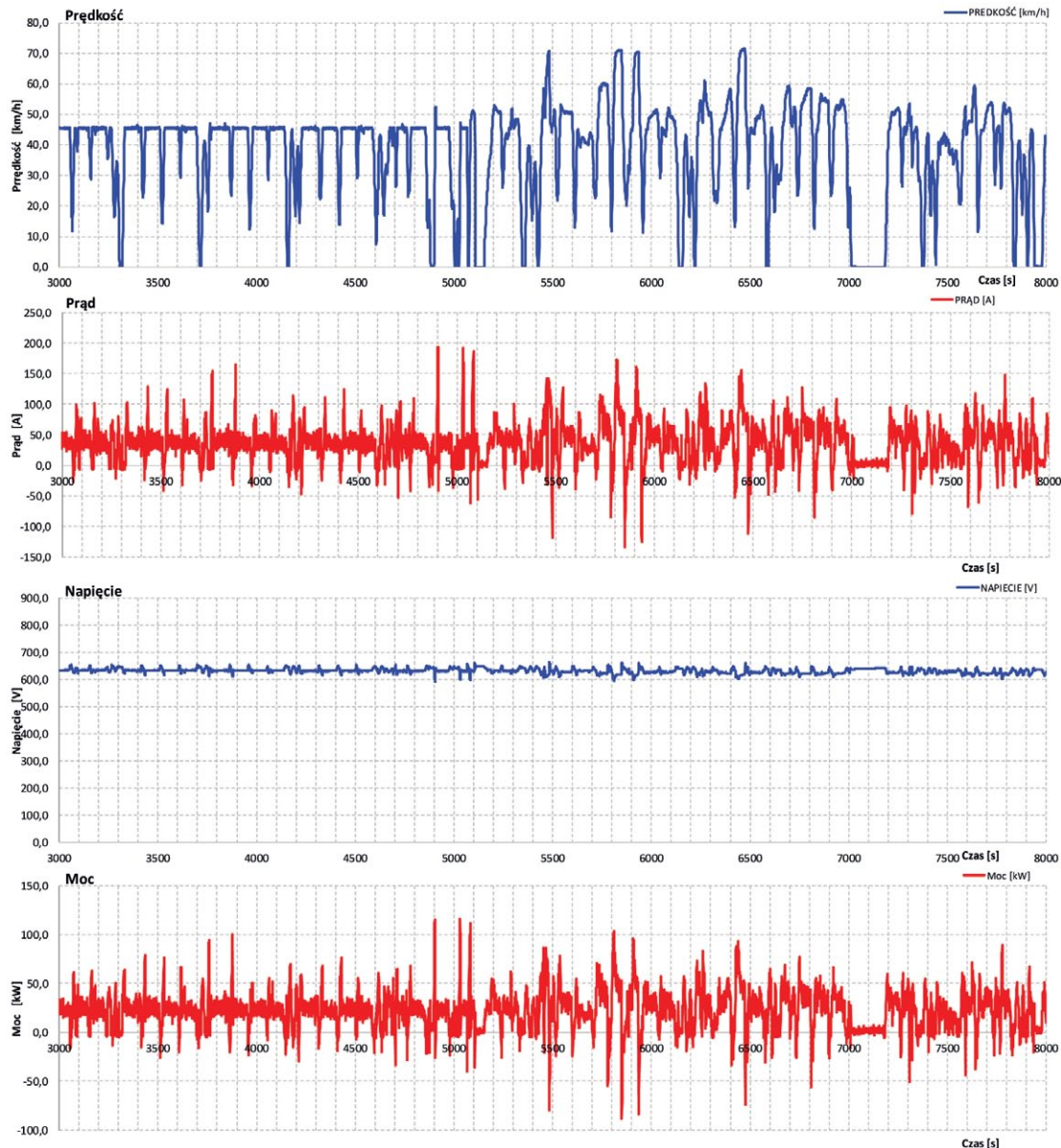
#### 5. Podsumowanie

Opracowany elektryczny system napędowy dla pojazdów dostawczych (i innych) wykazał swoją praktyczną przydatność poprzez:

- ograniczenie lokalnej emisji szkodliwych gazów z uwagi na fakt, iż elektryczny układ napędowy nie zużywa tlenu i nie emituje gazów;
- ograniczenie poziomu hałasu, szczególnie podczas ruszania z miejsca i przyspieszania;
- ograniczenie zużycia energii (ok. 480 Wh/km) przeznaczanej na przemieszczanie się pojazdu z użyciem napędu elektrycznego w stosunku do napędu spalinowego (ok. 1465 Wh/km);
- ograniczenie kosztów eksploatacji pojazdu z udziałem napędu elektrycznego w stosunku do użycia napędu spalinowego;
- ograniczenie kosztów eksploatacji poprzez możliwość wykorzystania energii kinetycznej pojazdu do ładowania magazynu energii w procesie hamowania odzyskowego, w trakcie eksploatacji układu spalinowego.

#### Literatura

- [1] DESMOND K., PRETTO U. DE.: *Electric trucks. A history of delivery vehicles, semis, forklifts and others.* McFarland & Company Inc. publishers: Jefferson North Carolina, 2020.
- [2] EVTrader. Electric Truck Manufacturers. <https://evtrader.com/c/electric-truck-manufacturers/> (dostęp 24 stycznia 2020).
- [3] EVTrader. Electric Car Manufacturers. [www.evtrader.com/c/electric-car-manufacturers/](http://www.evtrader.com/c/electric-car-manufacturers/) (dostęp 26 lutego 2020).
- [4] BĘDKOWSKI B., DUKALSKI P., JAREK T., WOLNIK T., PARCZEWSKI K., WŃEK H., URBAŚ A., AUGUSTYNEK K.: *Badania prototypowego*



Rys. 11. Przykładowe przebiegi momentu i mocy elektrycznego układu napędowego z silnikiem DCE-200 i falownikiem STS-202 dla pojazdu dostawczego, zarejestrowane na hamowni podwoziowej

- silnika elektrycznego do zabudowy w kołach samochodu. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2019.
- [5] KRÓL E., BIAŁAS A.: *Koncepcja napędu hybrydowego przeznaczonego do samochodu dostawczego*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 1/2012.
- [6] KRÓL E.: *Badanie efektywności energetycznej pojazdu hybrydowego bimodalnego*. „Logistyka” 6/2014.
- [7] Jeffrey M. Reiss.: 2004 BMW 530i EMIS. [www.evalbum.com/2098](http://www.evalbum.com/2098) (dostęp 20 lutego 2020).
- [8] Berg Tom. XL Hybrids Shows System for Ford’s F-150. [www.constructionequipment.com/xl-hybrids-shows-system-fords-f-150](http://www.constructionequipment.com/xl-hybrids-shows-system-fords-f-150) (dostęp 20 lutego 2020).
- [9] ROSENBERGER T.: *Paul Nutzfahrzeuge baut Mercedes Vario um*. [www.eurotransport.de/artikel/e-mobilitaet-von-bpw-zum-nachruersten-paul-nutzfahrzeuge-baut-mercedes-vario-um-9835418.html](http://www.eurotransport.de/artikel/e-mobilitaet-von-bpw-zum-nachruersten-paul-nutzfahrzeuge-baut-mercedes-vario-um-9835418.html) (dostęp 1 marca 2020).
- [10] BANACH P., MILEWSKI P.: *Projektowanie i badania wysokosprawnej ładowarki dwukierunkowej z tranzystorami z węgla krzemu (SiC). Sterowanie w Energoelektronice i Napędzie Elektrycznym „SENE 2019”*, Łódź, 20–22 listopada 2019.

Projekt realizowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, numer projektu: POIR.01.01.01-00-0075/17.



Fundusze Europejskie



Rzeczpospolita Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



mgr inż. Piotr Szewczyk, dr inż. Andrzej Łebkowski – AREX Sp. z o.o.  
e-mail: kontakt: piotr.szewczyk@arex.pl

# Elektryczna lokomotywa akumulatorowa „Electra” ze zmiennym rozstawem kół

Paweł Lasek, Rafał Setlak, Wojciech Zieleźny, Szymon Kupczak

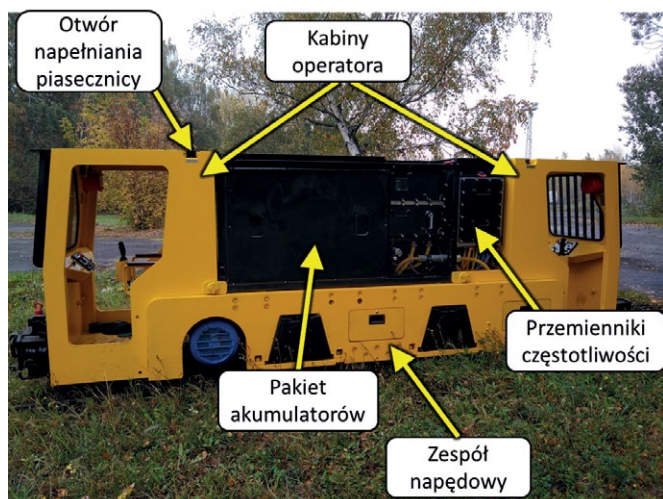
## 1. Wstęp

Przedmiotem analiz była górnicza lokomotywa z napędem elektrycznym z zasobnika akumulatorowego. Lokomotywa została wdrożona do pracy w kopalniach węgla kamiennego do przewozu osób i towarów (rys. 1).

Na etapie projektowania pojazdu dokonano szeregu założeń warunkujących parametry trakcyjne, wynikających z obowiązujących norm i przepisów prawnych [1]:

- maksymalne nachylenie torowiska nie przekracza 5‰ (jazda na pusto-wznios, jazda na pełno-upad);
- dla transportu osobowego prędkość maksymalna nie większa niż 3,5 m/s, maksymalna droga hamowania nie dłuższa niż 40 m;
- dla transportu towarowego (np. kamień, sprzęt, maszyny, węgiel) prędkość maksymalna nie większa niż 5 m/s, maksymalna droga hamowania nie dłuższa niż 80 m.

Celem symulacji było określenie stanów energetycznych i elektrycznych układu napędowego, w szczególności akumulatorów w różnych stanach zużycia lub nierównomierności naładowania, lub uszkodzeń ogniów. Istotne było także poznanie stanów cieplnych silników. Ponadto wyznaczono bilans energii elektrycznej pobieranej z baterii akumulatorów podczas rozruchu i podczas jazdy z różnym obciążeniem i przy różnych strategiach sterowania, w tym rekuperacji podczas hamowania odzyskowego.



Rys. 1. Elektryczna lokomotywa „Electra” ze zmiennym rozstawem kół

**Streszczenie:** W artykule przedstawiony został model symulacyjny elektrycznej lokomotywy górniczej zasilanej z zasobnika akumulatorowego. Opisane zostały modele matematyczne podzespołów pojazdu szynowego, w tym model silnika elektrycznego, akumulatorów kwasowo-ołowiowych, uproszczony model przyczepności oraz oporów toczenia. Pokazano wybrane wyniki symulacji zachowania się układu napędowego zasilanego z akumulatorów w różnych stanach pracy w prostym cyklu jezdny.

Słowa kluczowe: napęd elektryczny, pojazd elektryczny, akumulatory kwasowo-ołowiowe

## „ELECTRA” – THE ELECTRIC BATTERY LOCOMOTIVE WITH VARIABLE TRACK WIDTH

**Abstract:** The following paper presents a simulation model of a electric battery locomotive dedicated for mining. The mathematical models of a rail vehicle has been shown, with a analytical models describing an electric motor drivetrain, including battery system, traction and rolling losses. A set of key data for design and validation has been obtained in a simple drive cycle.

Keywords: electric drive, electric vehicle, lead-acid battery

## 2. Modele matematyczne

### 2.1. Model lokomotywy i wagonów

Ze względu na niskie prędkości poruszania się lokomotywy oraz dużą masę własną i wagonów głównymi oporami ruchu pojazdu są opory toczenia wywołane naciskiem kół na szyny.

Założono masy symulowanych elementów składu i lokomotywy:

- lokomotywa: 10 800 kg;
- wagon osobowy (WO M2) pusty: 1800 kg;
- wagon osobowy (WO M2) pełny: 3300 kg;
- wagon towarowy (średni nieresorowany) pusty: 1200 kg;
- wagon towarowy (średni nieresorowany) pełny: 4700 kg.

Przyjęto całkowite masy składów (przyjęte w symulacjach ilości wagonów wynikają z geometrii szlaków w kopalniach klientów):

- lokomotywa i 14 wagonów osobowych pustych: 30,6 t;
- lokomotywa i 14 wagonów osobowych pełnych: 47,1 t;
- lokomotywa i 11 wagonów towarowych pustych: 27,6 t;
- lokomotywa i 11 wagonów towarowych pełnych: 76,6 t.

Opory toczenia i wynikające z nachylenia terenu wyznaczono, wykorzystując równanie (1) [2].

$$F = k_f \cdot m \cdot g \cdot [C_{rr} \cos(\varphi) + \sin(\varphi)] \quad (1)$$

gdzie:

$k_f = 1,06$  – współczynnik mas wirujących;

$m$  – masa całkowita;

$C_{rr} = 0,009$  – współczynnik oporów toczenia koło – szyna (stal – stal);

$\varphi$  – kąt nachylenia drogi – upad;

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  – przyspieszenie ziemskie.

## 2.2. Model układu napędowego

Lokomotywa „Electra” posiada dwa niezależne jednoosiowe wózki jezdne. Model symulacyjny pojazdu został wykonany w sposób uniwersalny [2, 3], pozwalający na zmianę jednostki napędowej na inną. Napęd osi stanowi silnik indukcyjny dSg 180L4-EP na os. W oparciu o dane katalogowe wyznaczono parametry schematu zastępczego maszyny (rys. 2).

Silniki zasilane są z falowników napięcia i sterowane częstotliwościowo. Przy wykorzystaniu schematu zastępczego silnika wyznaczona została analitycznie mapa sprawności napędu dla silnika zasilanego z falownika napięcia. Na mapie sprawności uwzględniony został obszar dopuszczalnych momentów i prędkości obrotowych silnika, w tym pracy z prędkościami powyżej znamionowej.

Straty całkowite w uzwojeniach wyznaczono jako straty Joule’a (2).

$$\Delta P_{Cu} = mR I^2 \quad (2)$$

Straty w rdzeniu maszyny ze względu na zmienną częstotliwość, a tym samym prędkość obrotową, wyznaczono, wykorzystując zależność (3). Wykorzystanie równania (3) do wyznaczenia strat w żelazie wynika z braku dostępności do hamowni oraz danych zastosowanej stali do wykonania pakietów blach. Ponadto mapa sprawności została wyznaczona w oparciu o punkty na charakterystyce mechanicznej, zatem korzystniejsze jest sformułowanie równania opisującego straty na podstawie danych na niej zawartych, czyli prędkości obrotowej, a nie częstotliwości.

$$\Delta P_{Fe} = \Delta P_{Fen} \left(\frac{n}{n_n}\right)^{1,4} \quad (3)$$

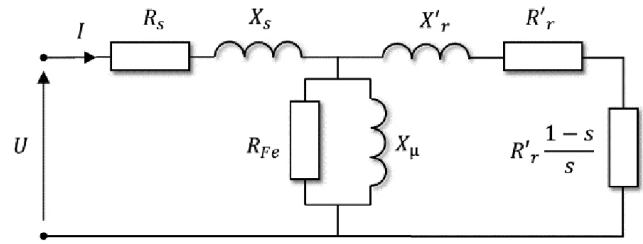
Straty mechaniczne w napędzie przyjęto w uproszczony sposób jako 1% strat znamionowych, zależnych liniowo od prędkości obrotowej (4).

$$\Delta P_m = 0,01 \cdot \Delta P_n \frac{n}{n_n} \quad (4)$$

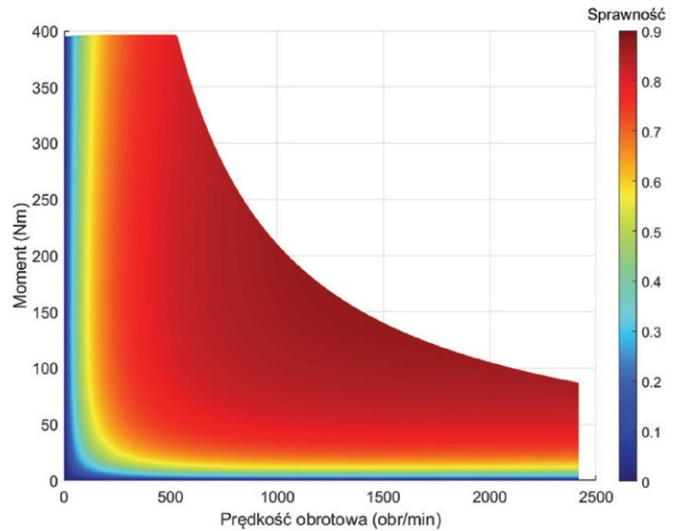
Straty całkowite stanowią sumę wszystkich strat (5). Znając moment i prędkość obrotową maszyny oraz straty w niej występujące, wyznaczona została sprawność dla każdego punktu pracy (6). Mapa sprawności przedstawiona została na rys. 3.

$$\Delta P = \Delta P_{Cu} + \Delta P_{Fe} + \Delta P_m \quad (5)$$

$$\eta = \frac{P_m}{P_m + \Delta P} \quad (6)$$



Rys.2. Schemat zastępczy maszyny asynchronicznej



Rys.3. Mapa sprawności układu silnika zasilanego z falownika sterowanego częstotliwościowo

gdzie:

$m = 3$  – liczba faz silnika;

$R_z$  – rezystancja zastępcza;

$I$  – prąd fazowy silnika;

$\Delta P_{Fen}$  – znamionowe straty w rdzeniu;

$n$  – prędkość obrotowa;

$n_n$  – znamionowa prędkość obrotowa;

$\Delta P_n$  – straty całkowite znamionowe;

$\Delta P$  – straty całkowite.

## 2.3. Zasobnik akumulatorowy

Lokomotywa wykorzystuje 42 sztuki akumulatorów trakcyjnych Pb-PBO2 EnerSys PowerSafe 12V190F połączone szeregowo. Ze względu na dynamikę pracy, wysokie zapotrzebowanie na prąd w stanach dynamicznych, konieczne było opisanie charakterystyk w zależności od głębokości rozładowania i pobieranego prądu.

$$U(I, E_{DOD}) = 2 - \exp\left(\frac{Ic}{E_{DOD}}\right) - V_d E_{DOD} - N \cdot R(E_{DOD}) \cdot I - (1 - V_{pc}) + (1 - V_{pc})e^{-V_{DOD}E_{DOD}} \quad (7)$$

gdzie:

$U = 0 \div 1$  – względne napięcie;

$I = -I_{max} \div I_{max}$  – względny prąd zasobnika;

$E_{DOD} = 0 \div 1$  – głębokość rozładowania zasobnika;

$I_C = 1,68$  – maksymalny względny prąd;

$I_{iC} = 50$  – względna szybkość opadania charakterystyki wynikająca ze zwiększenia prądu zasobnika;

$V_d = 0,1$  – względny spadek napięcia wynikający z poziomu rozładowania;

$R(E_{DOD})$  – rezystancja zasobnika;

$V_{pc} = 0,95$  – względne napięcie robocze akumulatora;

$V_{DOD} = 100$  – szybkość opadania początkowej części charakterystyki dla niskiego stanu rozładowania ( $E_{DOD} \approx 0$ ).

Po przemnożeniu wartości względnej napięcia przez wartość nominalną napięcia akumulatorów i ich liczbę otrzymuje się wartości obserwowane na zasobniku akumulatorów, co zostało przedstawione na rys. 4 dla różnych prądów rozładowania zasobnika.

Rezystancja pojedynczego akumulatora  $R$  zależna jest od poziomu jego rozładowania  $E_{DOD}$ . Rezystancja opisana została za pomocą wzoru analitycznego (8), pozwalającego uwzględnić wpływ starzenia się na wartość rezystancji.

$$R(E_{DOD}) = R_{bat} [\cosh[(E_{DOD} - E_{min})] - R_{min}] \quad (8)$$

gdzie:

$R_{bat}$  – rezystancja akumulatora [ $\Omega$ ];

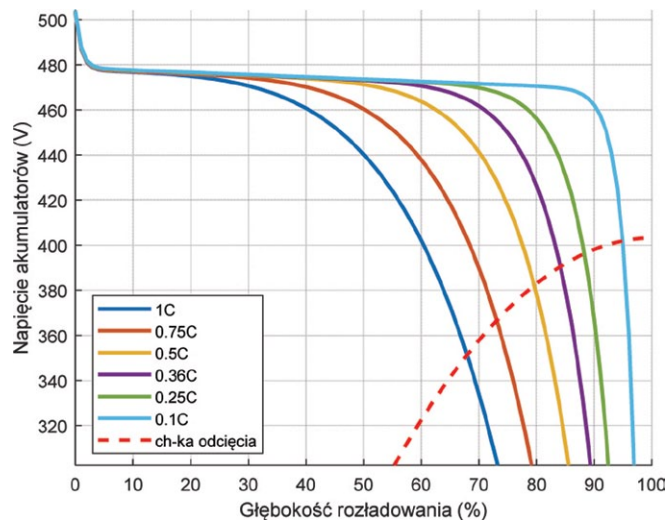
$R_{min} = 0,99$  – minimalna względna wartość rezystancji akumulatora;

$E_{min} = 0,6$  – względny poziom rozładowania, przy którym występuje minimum rezystancji.

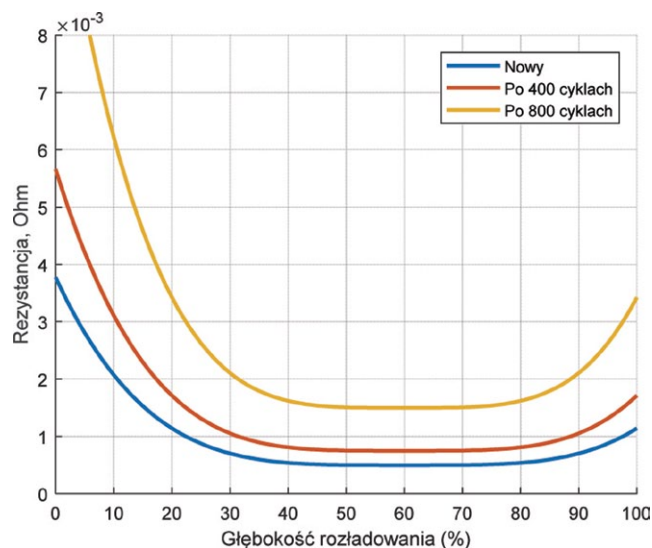
Wartość  $R_{bat}$  zależy od liczby cykli ładowania i rozładowania akumulatora i została przyjęta na drodze pomiarów po określonej liczbie cykli. Dla nowego akumulatora jest równa  $0,05 \Omega$ , natomiast wraz ze starzeniem się układu wzrosła 1,5 raza po 400 cyklach oraz 3 razy po 800 cyklach. Charakterystyki rezystancji względem poziomu rozładowania zostały przedstawione na rys. 5.

#### 2.4. Symulacja poślizgu kół pojazdu szynowego

W warunkach panujących pod ziemią w kopalniach węgla kamiennego występuje wysoki stopień zapylenia oraz zawilgocenia. Pył węglowy, błoto oraz wilgoć zmieszane osadzają się na torach, zmniejszając współczynnik tarcia, który odpowiedzialny jest za przeniesienie napędu na szyny. W celu poprawy tego współczynnika w lokomotywie zainstalowane zostały nowatorskie piasecznice (uzyskano patent P.424509). Bazowy współczynnik tarcia dla układu stal – stal dla prędkości początkowej  $v = 0$  m/s przyjęto jako 0,12. Dla toru niepokrytego piaskiem przyjęto  $\mu = 0,33$ , natomiast dla toru pokrytego suchym piachem  $\mu = 0,6$  [4]. Uwzględniono, że współczynnik tarcia zależny jest od prędkości liniowej pojazdu i opisano go równaniami (9a) dla toru bez piachu oraz (9b) dla toru pokrytego piachem. Oba równania zostały przedstawione w postaci charakterystyk na rysunku 6.

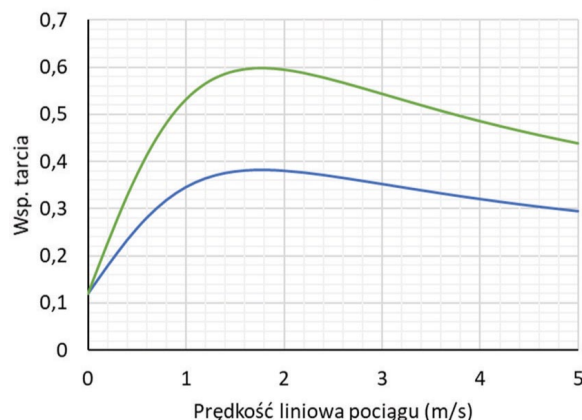


Rys. 4. Charakterystyka akumulatorów kwasowo-ołowiowych

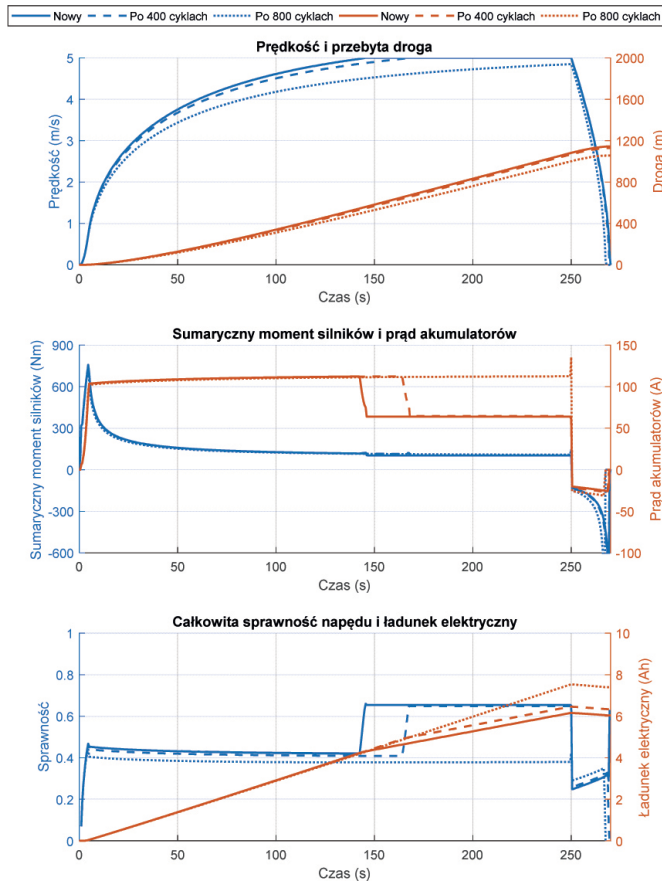


Rys. 5. Zmiana rezystancji akumulatorów w zależności od poziomu rozładowania i liczby cykli

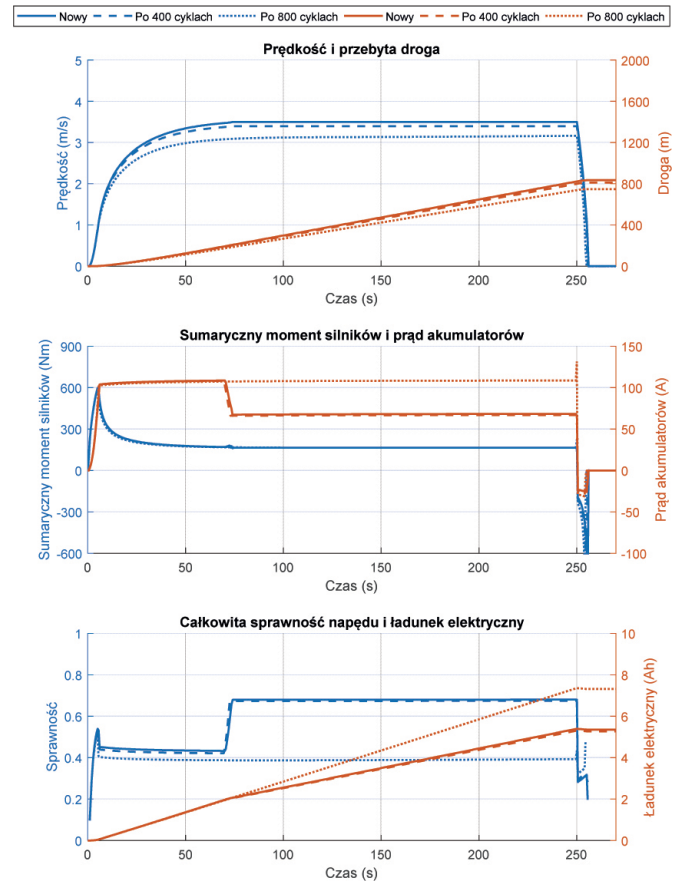
#### Współczynnik tarcia koło-szyna w funkcji prędkości



Rys. 6. Współczynnik tarcia koło – szyna w zależności od prędkości pojazdu



Rys. 7. Przebiegi dla lokomotywy ze składem towarowym pełnym (76,7 t) poruszającym się po upadzie -4‰



Rys. 8. Przebiegi dla lokomotywy ze składem osobowym pełnym (47,1 t) poruszającym się po wzniesieniu +4‰

$$\mu(v) = 0.33 \frac{v(3.6v + 100)^{0.45}}{(18v^2 + 50)} + 0.12 \quad (9a)$$

$$\mu(v) = 0.6 \frac{v(3.6v + 100)^{0.45}}{(18v^2 + 50)} + 0.12 \quad (9b)$$

Model lokomotywy posiadał dwa odmienne modele poruszania się: jeden dla normalnej pracy, gdy koła toczą się bez poślizgu, a współczynnik tarcia obliczany jest z równań (9a) i (9b) oraz występują straty tocznienia (1); oraz drugi model dla pracy z poślizgiem kół [5], w którym jedynymi stratami są straty tarcia wynikające ze względnego ruchu kół i szyny. Przelączenie pomiędzy modelami zależne jest od obliczanego współczynnika tarcia (10) i porównywania go z wartością dopuszczalną opisaną wzorami (9a) i (9b) [4].

$$\mu = \frac{M}{rmg} \quad (10)$$

gdzie:

$M$  – moment obrotowy na kołach;

$r$  – promień koła;

$m$  – masa lokomotywy;

$g$  – przyspieszenie ziemskie;

### 3. Wyniki symulacji wpływu starzenia się akumulatorów na pracę napędu

Na rysunkach 7 i 8 zaprezentowano wybrane wyniki symulacji prostego cyklu jezdny lokomotywy, w których uwzględniono wpływ starzenia się akumulatorów i tym samym wzrost rezystancji (rys. 5). Cykl jezdny polegał na rozpędzaniu się lokomotywy z różnymi obciążeniami w czasie 260 sekund. Najtrudniejsze warunki do pracy lokomotywy stwarza załadowany skład towarowy (76,6 t) poruszający się po upadzie -4‰ (rys. 7).

Kolejnym skrajnym przypadkiem jest skład osobowy załadowany (47,1 t), poruszający się pod wzniesienie +4‰ (rys. 8).

Symulacje pokazały, że proces starzenia się akumulatorów wpływa niekorzystnie na pracę układu do tego stopnia, że przy znacznym wzroście rezystancji akumulatorów nie jest możliwe osiągnięcie prędkości ustalonej 5 m/s w zadanym czasie (rys. 7) lub osiągnięcie maksymalnej prędkości 3,1 m/s (rys. 8) pomimo znacznie mniejszej masy składu. Porównując oba przypadki: w pierwszym z nich skład porusza się po upadzie, dzięki czemu osiągnięcie wyższych prędkości jest łatwiejsze niż w drugim przypadku, gdzie skład porusza się pod wzniesienie.

### 4. Podsumowanie

Opracowane modele symulacyjne pojazdu szynowego z napędem elektrycznym, przeznaczonego do pracy w warunkach

kopalni węgla kamiennego, pozwoliły na określenie niezbędnych parametrów, jakie powinien posiadać taki pojazd, aby zastąpić podobnego zastosowania lokomotywy z napędem spalinowym. Przy opracowywaniu modeli wzięto pod uwagę wiele czynników, tj. współczynnik tarcia, charakterystyki zastosowanych akumulatorów trakcyjnych, w tym zmianę ich rezystancji wraz z liczbą cykli pracy. Wykazano istotny wpływ procesów starzenia zasobnika na osiągi lokomotywy oraz korzyści płynące z zastosowania piasecznicy, co zwiększa bezpieczeństwo poruszania się pojazdu w trudnych warunkach ruchowych.

### Literatura

- [1] § 589 Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych.
- [2] POLNIK B.: *Badania wybranych konfiguracji napędów górniczej lokomotywy akumulatorowej*. Praca Dyplomowa Magisterska, promotor dr inż. Rafał Setlak, Gliwice 2011.
- [3] WEST M., BINGHAM CH., SCHOFIELD N.: *Predictive control for energy management in all/more electric vehicles with multiple energy storage units*. IEMDC'03, vol. 1, 2003.

- [4] MADEJ J.: *Teoria ruchu pojazdów szynowych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.
- [5] UYULAN Ç., GOKASAN M., BOGOSYAN S.: *Modeling, simulation and slip control of a railway vehicle integrated with traction power supply*. Cogent Engineering, 4, 2017.

### Informacje dodatkowe

Projekt i badania zostały sfinansowane w ramach projektu POIR.01.01.01-00-0609/17-00 Opracowanie elektrycznej lokomotywy akumulatorowej ze zmiennym rozstawem kół „Electra”

- mgr inż. Paweł Lasek – Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny,  
e-mail: pawel.lasek@polsl.pl;  
dr inż. Rafał Setlak – Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny,  
e-mail: rafal.setlak@polsl.pl;  
mgr inż. Wojciech Zieleźny – Urządzenia i Konstrukcje SA,  
e-mail: w.zielezny@uiksa.pl;  
mgr inż. Szymon Kupczak – Urządzenia i Konstrukcje SA,  
e-mail: s.kupczak@uiksa.pl

reklama



**Darmowa e-prenumerata!**

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

**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny

Przemysłowa • energoelektronika • aparatura kontrolno-pomiarowa • mechatronika • systemy zasilające • bezpieczeństwa • hydraulika • pneumatyka • robotyka • systemy transportowe • utrzymanie ruchu

Nr 1 (gruń)  
Rok: 72/II  
Ogłoszeń: 2521  
ISSN: 1502-7794  
Cena: 10 zł + 1 zł  
1000 egz.

Napędzaj z nami przemysł  
[www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)

Image: Freepik.com





# Numeryczna analiza wpływu konstrukcji budowlanej na wartości pola elektrycznego

Agnieszka Choroszucho, Mateusz Sumorek, Jakub Żukowski, Kornelia Konopka

## Wstęp

Szybki rozwój systemów radiokomunikacji narzuca zastosowanie fal elektromagnetycznych o coraz wyższych częstotliwościach. Zastosowanie ich m.in. w: radiolokacji, radiokomunikacji oraz łączności satelitarnej powoduje, iż liczba nadajników wzrasta wykładniczo. Należy podkreślić, że rozwój jest dynamiczniejszy w związku z wprowadzeniem łączności bezprzewodowej.

W połączeniach między bazą ruchomą a punktem dostępu stosowane są m.in. sieci bezprzewodowe Wi-Fi (ang. *Wireless Fidelity*). Taka technologia pozwala na przesyłanie danych między komputerami, wspólne użytkowanie jednego szerokopasmowego połączenia oraz łączenia się z serwerem bez konieczności instalowania przewodów.

Na poprawność funkcjonowania sieci bezprzewodowych mają wpływ nie tylko jakość instalacji, odległość czy konfiguracja routera, ale przede wszystkim liczne zjawiska fizyczne powstające w wyniku propagacji fali elektromagnetycznej przez różnorodne konstrukcje budynków. Analiza zjawisk fizycznych związanych z propagacją fali elektromagnetycznej występujących w systemach komunikacji bezprzewodowej wymaga uwzględnienia efektów związanych m.in. z wielokrotnymi odbiciami czy tłumieniem fali.

Wyróżniamy ściany działowe oraz nośne, które przenoszą wszystkie obciążenia konstrukcji, jak również zbrojone słupy i stropy. Coraz wyższe wymagania klientów dotyczące wystroju wnętrz przyczyniają się do zastosowania nowszych rozwiązań. Przykładowo sufity podwieszane m.in. poprawiają efekty oświetlenia wnętrz oraz służą ukryciu m.in. instalacji elektrycznych, informatycznych czy klimatyzacyjnych. Grubość ścian oraz ich oddziaływanie na pole EM są zależne od ilości warstw i zastosowanego rodzaju materiałów oraz ich właściwości. Przy projektowaniu sieci i montowaniu punktów dostępu zapewniających transmisję danych ważnym elementem jest wiedza dotycząca złożoności konstrukcji budynku, jak i jej wpływu na rozkład pola elektromagnetycznego. Powyższe czynniki są tematem wielu badań naukowych [2–3, 5–8].

Rozpatrzono typowy szkieletowy model części budynku, w którym elementami przenoszącymi obciążenia są pręty zbrojenie z zastosowaniem w słupie. Celem badań jest ocena natężenia pola w konstrukcjach wykonanych z betonu z uwzględnieniem zbrojenia o różnych średnicach. Otrzymane wnioski pozwolą w przyszłości rozwiązywać problemy związane z zanikami sygnału oraz dokonywać optymalnego projektowania lokalizacji źródeł pola w złożonych konstrukcjach.

**Streszczenie:** W artykule został przedstawiony wpływ konstrukcji budowlanej zawierającej zbrojenie na rozkład pola elektrycznego. Konstrukcja złożona była ze ścian i różnych wariantów konstrukcji słupa (także uwzględniających zbrojenie). Artykuł zawiera analizę wpływu zbrojenia na propagację fali elektromagnetycznej w typowych pomieszczeniach budowlanych. Do analizy zastosowano metodę różnic skończonych w dziedzinie czasu (FDTD) (z bezpośrednim całkowaniem równań Maxwella). Szczegółowa ocena wpływu materiałów budowlanych, takich jak beton, beton komórkowy (gazobeton) czy żelbet, może stanowić źródło do oceny problemów związanych z zanikami sygnału w celu zapewnienia niezakłóconej transmisji danych (m.in. w przypadku komunikacji bezprzewodowej, która jest obecna w inteligentnych budynkach).

## THE NUMERICAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE BUILDING CONSTRUCTION ON THE VALUES OF ELECTRIC FIELD

**Abstract:** The article presents the impact of a building structure on the distribution of the electric field. The structure was composed of walls and various variants of the column structure (also taking into account the reinforcement). The article contains an analysis of the influence of reinforcement on the propagation of an electromagnetic wave in typical building rooms. The finite differences in the time domain (FDTD) method (with direct integration of Maxwell's equations) was used for the analysis. Detailed assessment of the impact of building materials such as concrete, aerated concrete (aerated concrete) or reinforced concrete can be a source for assessing problems related to signal fading in order to ensure uninterrupted data transmission (e.g. in the case of wireless communication, which is present in intelligent buildings).

## Czynniki związane z sieciami bezprzewodowymi

Początki sieci bezprzewodowych, mimo że sięgają jedynie końca lat 80. minionego stulecia, należą do sprawdzonych nowoczesnych systemów telekomunikacyjnych. Ich zastosowanie pozwala na zastąpienie okablowania stosowanego w standardowych sieciach osobistych, lokalnych, miejskich czy rozległych. Użytkownik sieci bezprzewodowej może uzyskać połączenie w dowolnym miejscu objętym zasięgiem łączności radiowej.

Sieci bezprzewodowe mogą być podstawą do budowy nowych sieci lub uzupełnieniem już istniejącej infrastruktury



Rys. 1. Topologie sieci bezprzewodowych: a) gwiazda; b) siatka

przewodowej. Ich najczęstszym zastosowaniem jest jednak połączenie użytkownika z siecią stacjonarną. Zalety rozwiązań bezprzewodowych w zależności od typu sieci zostały poniżej wypunktowane.

- Możliwość szybkiej rozbudowy (modularność) oraz modyfikacja struktury sieci. Z pięciu topologii dostępnych dla sieci przewodowych, czyli sposobu połączenia urządzeń uczestniczących w transmisji oraz przepływie danych, dla sieci bezprzewodowych można wyodrębnić dwie: gwiazda i siatka (rys. 1). Topologia gwiazdy, która jest dziś najczęściej stosowana, opisuje sieć wykorzystującą jedną centralną stację bazową, nazywaną punktem dostępu (ang. *Access Point* – AP). Pakiet informacji, wysyłany z węzła sieciowego, odbierany jest w stacji centralnej i za jej pośrednictwem kierowany do odpowiedniego węzła przeznaczenia. Drugie rozwiązanie stosowane jest podczas tworzenia tymczasowych sieci bezprzewodowych (*ad-hoc*).
- Możliwość budowy sieci służącej do ustanawiania użytkownikom natychmiastowego połączenia pomiędzy przenośnymi urządzeniami bez użycia okablowania, które nie zawsze jest możliwe m. in. ze względów architektury wnętrza (np. w muzeum).
- Korzystanie z darmowego Internetu za pomocą HotSpot.
- W przypadku miejskich sieci bezprzewodowych (WMAN), gdzie stanowią połączenie między wieloma punktami w obrębie dużych aglomeracji, zwiększają niezawodność przy wystąpieniu awarii w tradycyjnej kablowej sieci przewodowej, która staje się niedostępna.

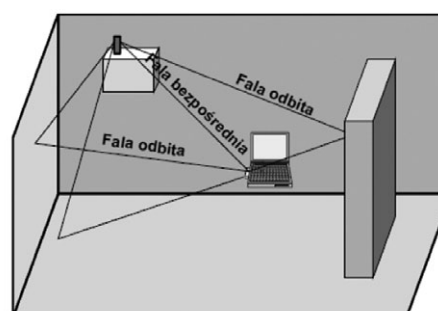
Jednym z zastosowań Wi-Fi jest projektowanie lokalnych sieci bezprzewodowych (WLAN), opartych na komunikacji radiowej w paśmie 2,4 GHz oraz sporadycznie 5 GHz. Analiza propagacji fal jest związana z koniecznością badania zjawisk towarzyszących oddziaływaniu pola elektromagnetycznego i materiałów o różnych właściwościach. Stosowanie nowoczesnych systemów komunikacji bezprzewodowej wymaga uwzględnienia efektów, które mogą pogarszać zakładaną jakość transmisji. Zjawiska, takie jak: interferencja, wielokrotne odbicia czy tłumienie fali,

są tematem licznych badań mających na celu jak najdokładniejsze określenie rozkładu natężenia pola w rozpatrywanych układach. W problematyce związanej z dążeniem do uzyskania oczekiwanych parametrów działania sieci należy również uwzględnić odporność na zakłócenia kanału transmisyjnego, zjawiska nakładania się fal od sąsiednich stacji bazowych, opóźnienia i zaniki sygnału. Część czynników ma charakter losowy, związany ze zmianą warunków propagacji fali.

Wskazane zjawiska są bezpośrednim efektem rozchodzenia się fal w strukturach zawierających elementy metalowe oraz w niedoskonałych dielektrykach. Występują w nich złożone układy, zawierające struktury periodyczne oraz elementy pojedyncze o nietypowej geometrii i szczególnych właściwościach materiałowych. W celu osiągnięcia prawidłowo funkcjonującej sieci komunikacji bezprzewodowej należy już na etapie projektowania systemu uwzględnić: geometrię, konstrukcję budynków oraz złożone struktury materiałowe występujące na drodze między odbiorcą a nadajnikiem.

W zagadnieniach związanych z propagacją fal zakłócenie transmisji sygnału wewnątrz budynków wynika również z:

- krótkich odległości pomiędzy przeszkodami oraz z ich różnorodności (ściany, wyposażenie wnętrz, np. meble) (rys. 2);
- krótkich odległości między komunikującymi się urządzeniami;
- dużej zmienności otoczenia na krótkich odległościach;
- losowej zmienności sytuacji (przechodzące osoby, otwieranie drzwi itp.).



Rys. 2. Odbicia sygnału od ścian i wyposażenia wewnątrz pomieszczenia

W takich przypadkach trudne jest odwzorowanie niepowtarzalnego otoczenia w celu zastosowania uniwersalnych modeli propagacji fal, które można byłoby wykorzystać w postaci sformułowań niezbędnych do obliczeń inżynierskich. Na tym etapie projektowania sieci bezprzewodowej niestety konieczne jest wykonanie wielowariantowych analiz albo wstępnych pomiarów w analizowanym pomieszczeniu.

Dodatkowymi czynnikami wpływającymi na funkcjonalność sieci bezprzewodowych są: ograniczona moc stacji bazowych, wynikająca m.in. z przepisów prawnych, liczba punktów dostępu czy określony zasięg sygnału.

### Opis analizowanego modelu

Konstrukcje szkieletowe oparte są na słupach z żelbetu. Projektowane zbrojenie tych elementów podyktowane jest wymaganiami konstrukcyjnymi i funkcją, jaką mają pełnić te budynki. Zostanie zaprezentowana analiza gęstości zbrojenia w słupie i jego wpływ na funkcjonowanie sieci bezprzewodowej. Analiza dotyczyła wycinku obszaru obejmującego trzy pomieszczenia oddzielone ścianami i słupem (rys. 3).

Analizie poddano trzy przypadki konstrukcji słupa:

- bez zbrojenia, wykonany tylko z betonu i pokryty warstwą tynku (v1) (rys. 3);
- wymiary takie same jak dla przypadku v1, ale słup betonowy ze zbrojeniem: 4 pionowe pręty ( $\phi = 0,01$  m), 3 poziome strzemiona ( $\phi = 0,006$  m) z odstępem pomiędzy nimi: 0,2 m (v2) (rys. 4 a);
- betonowy ze zbrojeniem: 4 pionowe pręty ( $d = 0,01$  m), 5 poziomych strzemion ( $\phi = 0,006$  m) z odstępem pomiędzy nimi: 0,1 m (v3) (rys. 4 b).

Pole elektromagnetyczne w postaci fali harmonicznej o częstotliwości  $f = 2,4$  GHz generowane było przez nadajnik (*access point* – AP) stosowany w systemach komunikacji bezprzewodowej (Wi-Fi). W celu porównania wartości pola przeprowadzono analizę wzdłuż trzech prostych równoległych do osi X:  $Y = 0,78$  m i  $Y = 1,78$  m,  $Y = 0,8$  m;  $Y = 1,2$  m oraz  $Y = 1,8$  m (na rys. 3 zaznaczone linią kreskowaną).

### Opis numerycznego modelu

Do wyznaczenia rozkładu pola EM zastosowano metodę różnic skończonych w dziedzinie czasu (ang. *Finite Difference Time Domain* – FDTD) [1, 2]. Umożliwia ona analizę procesów falowych występujących m.in. w złożonych konstrukcjach. Po zastosowaniu dekompozycji w układzie współrzędnych kartezjańskich równania Maxwella są przedstawione w postaci sześciu wzajemnie zależnych skalarnych równań różniczkowych [1, 2]:

$$\frac{\partial E_x}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} - \sigma E_x \right) \quad (1)$$

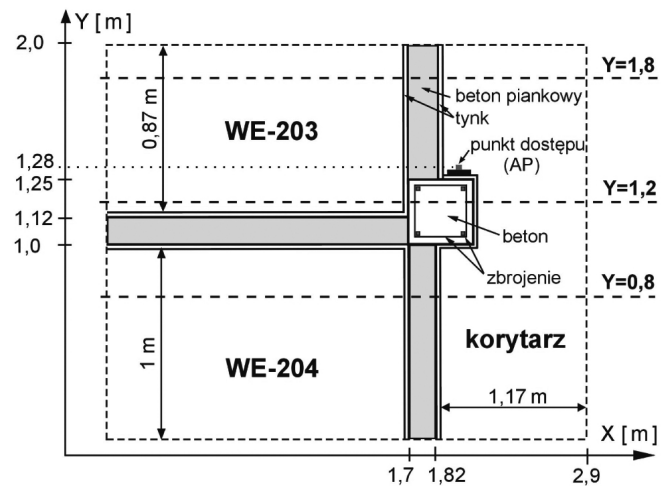
$$\frac{\partial E_y}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} - \sigma E_y \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial E_z}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} - \sigma E_z \right) \quad (3)$$

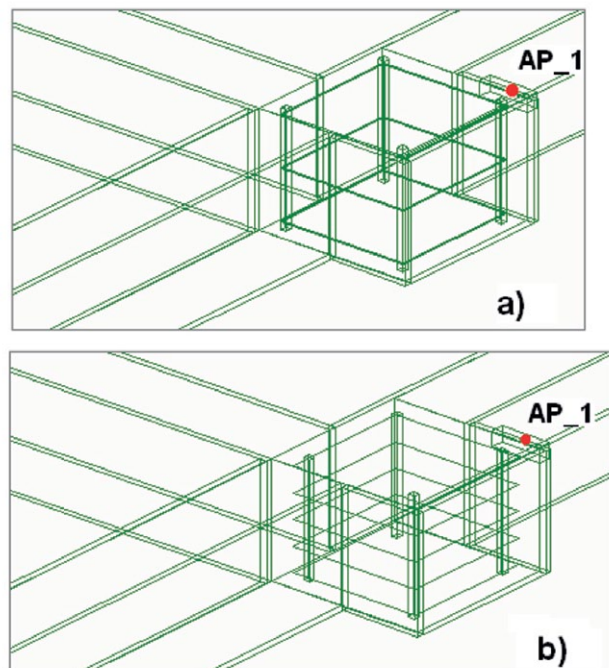
$$\frac{\partial H_x}{\partial t} = \frac{1}{\mu} \left( \frac{\partial E_y}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial y} \right) \quad (4)$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial t} = \frac{1}{\mu} \left( \frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial z} \right) \quad (5)$$

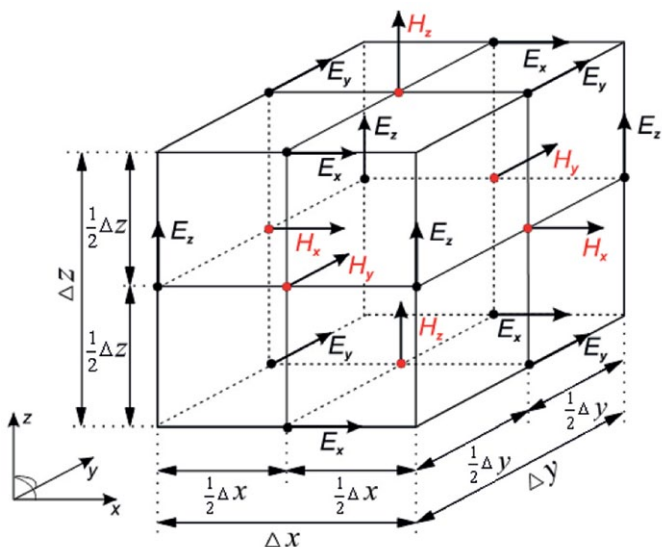
$$\frac{\partial H_z}{\partial t} = \frac{1}{\mu} \left( \frac{\partial E_x}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial x} \right) \quad (6)$$



Rys. 3. Geometria i wymiary analizowanego obszaru (widok 2D)



Rys. 4. Trójwymiarowy wycinek analizowanego obszaru zawierającego słup wraz ze zbrojeniem: a) model v1; b) model v2



Rys. 5. Konstrukcja komórki Yee

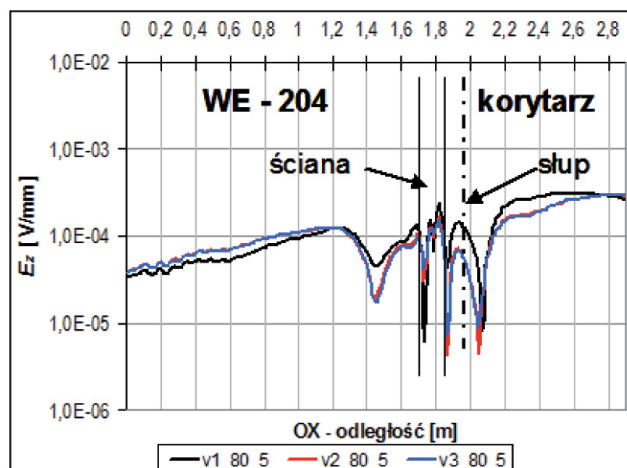
Opisują one poszczególne składowe pola elektrycznego i magnetycznego (np.  $E_z, H_x, H_y$ ). W dalszej kolejności, po zastosowaniu aproksymacji metodą różnic centralnych pochodnych cząstkowych po czasie  $t$  oraz po współrzędnych przestrzennych  $x, y, z$  otrzymuje się równania Maxwella w postaci różnicowej. Analizowany obszar podzielony jest na prostokątne komórki Yee o wymiarach  $(\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z)$  (rys. 5) [1, 2]. Każda komórka zawiera parametry opisujące właściwości elektryczne podobszaru ( $\epsilon$  – przenikalność elektryczna,  $\mu$  – przenikalność magnetyczna oraz  $\sigma$  – konduktywność). W analizowanym modelu przyjęto rozmiar poszczególnych komórek Yee  $\Delta x \times \Delta y \times \Delta z = 0,01 \times 0,01 \times 0,01$  m [1, 2, 7]. Obszar analizy złożony był średnio z 3 mln komórek Yee.

W celu otrzymania poprawnych wyników konieczne było spełnienie warunku Courant-Friedrichs-Lewy opisującego zależność pomiędzy najmniejszą wartością kroku czasowego  $\Delta t$  a największym rozmiarem komórki Yee [1]. W czasie przeprowadzanych obliczeń opisany warunek był spełniony poprzez przyjęcie kroku  $\Delta t = 0,105$  ns.

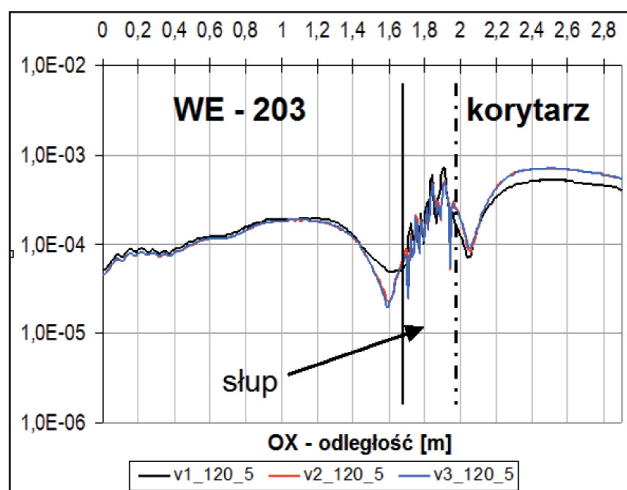
### Analiza wyników

Ze względu na rozmieszczenie elementów i ich struktur materiałowych ocena zachodzących zjawisk w analizowanym układzie może być przeprowadzona jedynie przy użyciu metod numerycznych. Krytycznym elementem staje się w tej sytuacji wielkość modelu wynikająca z rozdzielczości siatki różnicowej.

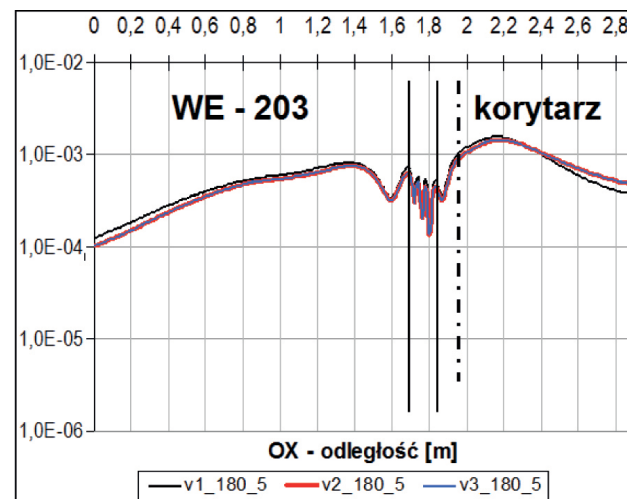
Rozkład pola dla wszystkich rozpatrywanych przypadków sporządzono w płaszczyźnie XY na poziomie 0,5 m poniżej lokalizacji punkowego źródła pola. Zaprezentowane wyniki uzyskano dla stanu ustalonego. Na rysunkach 6–8 pokazano wartości natężenia pola dla składowej  $E_z$ , które zostały wykonane dla trzech konstrukcji słupa (v1, v2, v3) wzdłuż przyjętych linii obserwacji. Położenie słupa zaznaczone jest liniami pionowymi  $x = 1,69$  m oraz  $x = 1,96$  m.



Rys. 6. Maksymalne wartości składowej  $E_z$  wzdłuż prostej  $Y = 0,8$  m (rys. 4)



Rys. 7. Maksymalne wartości składowej  $E_z$  wzdłuż prostej  $Y = 1,2$  m



Rys. 8. Maksymalne wartości składowej  $E_z$  wzdłuż prostej  $Y = 1,8$  m

Wzrost wartości konduktywności każdego materiału budowlanego wpływa na zmniejszenie wartości natężenia pola. Natomiast zbrojenie w konstrukcji słupa powoduje miejscowy wzrost wartości pola, zwłaszcza w korytarzu. Wynika to z licznych odbić fali EM na granicy dwóch ośrodków (beton i metal). Dodatkowym czynnikiem powodującym wzrost wartości pola jest powstanie licznych interferencji w wyniku odbić fali EM.

Na podstawie wyników można stwierdzić, że najwyższe wartości pola są wzdłuż linii  $Y = 1,8$  m. Jest to efekt oczekiwany, ponieważ źródło pola znajduje się właśnie w tej części obszaru. Wartości natężenia pola w części korytarza są wyższe średnio o 30% niż w pokoju WE-203. Ta zależność też jest widoczna w innych przypadkach. Powodem jest oczywiście zmniejszenie wartości pola poprzez przejście fali przez dielektryk (ścianę). W każdym z trzech wariantów konstrukcji słupa zauważyć można gwałtowny spadek wartości pola elektrycznego w bardzo bliskiej odległości od słupa. Powodem są zjawiska związane z propagacją fali EM, tj.: liczne odbicia fali wewnątrz ścian i słupa; odbicia od sąsiednich ścian po przejściu fali przez ścianę/słup; jak również nakładanie się fal. Tego typu zjawiska nie są możliwe do przewidzenia i z tego powodu konieczna jest indywidualna analiza każdej konstrukcji budynku.

W przypadku porównania wyników wzdłuż linii  $Y = 1,2$  m można zauważyć, że wartości pola w korytarzu są wyższe dla obu modeli ze zbrojeniem. Natomiast w pokoju WE-203 sytuacja jest odwrotna, ponieważ wartości składowej  $E_z$  są wyższe dla modelu wraz ze słupem wykonanym z betonu.

Najbardziej pożądanym rozkładem pola EM, z perspektywy użytkowników sieci bezprzewodowych, jest w przypadku właśnie takiej lokalizacji nadajnika. Takie umiejscowienie zapewnia dobrą jakość sygnału w korytarzu, czyli w części budynku, gdzie jest to najbardziej pożądane.

### Wnioski końcowe

Mimo iż geometria rozpatrywanych modeli nie jest bardzo skomplikowana, to ocena zjawisk zachodzących w układach może być przeprowadzona jedynie przy użyciu metod numerycznych. Każdy wariant konstrukcji i lokalizacji nadajnika musi być indywidualnie analizowany.


Porównanie obu konstrukcji słupa utwierdza, że każdy przewodzący element (np. zbrojenie) skutkuje powstaniem nierównomiernego rozkładu pola o obniżonej wartości natężenia pola w pomieszczeniach oddzielonych ścianami od nadajnika. Na skutek odbić fali EM na granicy ośrodków beton – metal oraz licznych interferencji zbrojenie w słupie powoduje selektywny wzrost wartości natężenia pola (zwłaszcza na korytarzu). Dokonana szczegółowa analiza wpływu konstrukcji słupa i gęstości zbrojenia na rozkład pola elektrycznego w danym układzie prowadzi do następujących spostrzeżeń.

- Gęstsze zbrojenie słupa ( $v_3$ ) powoduje mniejsze zaniki sygnału w jego okolicy niż w przypadku rzadszego zbrojenia ( $v_2$ ). Wartości składowej  $E_z$  są nawet dziesięciokrotnie mniejsze ( $Y = 1,2$  m).
- Zbrojenie skutkuje pojawianiem się zaników sygnału w odległości do 1 m od słupa czy ściany w przypadku przejścia sygnału przez konstrukcję słupa ( $Y = 1,8$  m).

- Wraz ze wzrostem odległości od słupa wzrasta odległość od konstrukcji, przy której występują zaniki sygnału, które występują na dłuższym odcinku drogi propagującej fali elektromagnetycznej ( $Y = 1,8$  m).
- Wraz ze wzrostem odległości od ściany oddzielającej oba pokoje, w przypadku przejścia fali elektromagnetycznej przez słup, wartości składowej  $E_z$  są bardziej równomierne wzdłuż linii  $Y = 1,2$  m.

### Literatura

- [1] TAFLOVE A., HAGNESS S.C.: *Computational electrodynamics: the finite-difference time-domain method*. Boston, Artech House, 2005.
- [2] YEE K.S.: *Numerical solution of initial boundary value problems Maxwell's equations in isotropic media*. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. AP-14 (1966), nr 3, s. 302–307.
- [3] RICHALOT E., BONILLA M., WONG M., FOUAD-HANNA V., BAUDRAND H., WIART J.: *Electromagnetic propagation into reinforced-concrete walls*. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 48 (2000), nr 5, s. 357–366.
- [4] WEIPING Q., SHENGGAO D., YERONG Z.: *FDTD calculation of the effects of reinforced concrete wall on short path propagation of UWB pulse*. IEEE Microwave Conference Proceedings, 2005. APMC 2005. Asia-Pacific Conference Proceedings, 2005.
- [5] TAN S.Y., TAN Y., TAN H.S.: *Multipath delay measurements and modeling for interfloor wireless communications*. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 49 (2000), nr 4, s. 1334–1341.
- [6] HARRIS L., HIKAGE T., NOJIMA T.: *Estimation of electric field distribution in wireless office LANs using the FDTD method*. Proc. of the EuCAP 2007, the Second European Conference on Antennas and Propagation, 2007.
- [7] CHOROSZUCHO A., BUTRYŁO B.: *Local attenuation of electromagnetic field generated by wireless communication system inside the building*. „Przegląd Elektrotechniczny” 7/2011.
- [8] DALKE R.A., HOLLOWAY CH.L., MCKENNA P., JOHANSSON M., ALI A.S.: *Effects of reinforced concrete structures on RF communications*. IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility, 42 (2000), nr 4, s. 486–496.

 Agnieszka Choroszucho, Mateusz Sumorek, Jakub Żukowski, Kornelia Konopka - Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny  
e-mail: a.choroszucho@pb.edu.pl, mateusz.sumorek@gmail.com, jakubzukkowski@gmail.com, konopka.kornelia.10@wp.pl

# Inteligentny system kontroli i zabezpieczenia domu

Andrzej Sikora, Roksana Słowik

## Wstęp

Dynamiczny rozwój technik mikroprocesorowych oraz otwarte projekty typu Open Hardware spowodowały, że na rynku dostępnych jest wiele gotowych wyspecjalizowanych modułów, pozwalających w stosunkowo łatwy sposób zbudować infrastrukturę elektroniczną umożliwiającą kontrolę i ochronę domu w oparciu o pomiary, ich analizę i wnioskowanie zrealizowane przez system informatyczny. Jednym z najbardziej popularnych i dostępnych rozwiązań jest platforma Arduino. Istnieje duże spektrum modułowych rozwiązań dostarczających różnego rodzaju czujniki i elementy wykonawcze w postaci np. modułów przekaźników sterowanych zdalnie. Dodatkowo popularna platforma komputerowa Raspberry Pi umożliwia niskim nakładem kosztów stworzenie infrastruktury informatycznej zarządzającej wspomnianą infrastrukturą sprzętową za pośrednictwem sieci bezprzewodowej. W tym przypadku, bazując na rozwiązaniach Open Source, można zbudować system inteligentnego zarządzania domem bez ponoszenia dodatkowych kosztów związanych z zakupem licencjonowanego oprogramowania.

Motywacją do stworzenia takiego systemu jest chęć ochrony mienia przed nieprzewidywalnymi sytuacjami wynikającymi z awarii oraz dynamicznie zmieniających się warunków atmosferycznych.

Główną infrastrukturą zabezpieczoną przez zaproponowany system jest instalacja wodna, w przypadku której istnieje potencjalne niebezpieczeństwo zalania domu (mieszkania) na skutek rozszczelnienia. Najłabszym elementem tego typu instalacji jest zazwyczaj elastyczny wąż przyłączeniowy. W celu ochrony domu system będzie kontrolował na bieżąco przepływ w instalacji wodnej.

Natomiast w przypadku warunków atmosferycznych szybko zmieniającym się składnikiem kształtującym pogodę, który może zagrażać mieniu, jest wiatr.

Z tego względu zaproponowany system kontroluje na bieżąco lokalną prędkość wiatru.

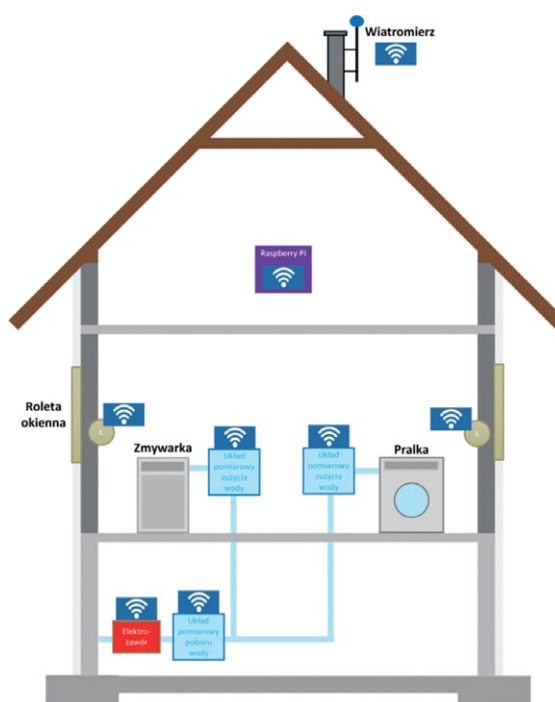
## Opis systemu

Ze względu na funkcjonalności system można podzielić na dwa podsystemy: pierwszy – zapobiegania skutkom awarii instalacji wodnej i drugi – zapobiegania skutkom ekstremalnych warunków atmosferycznych.

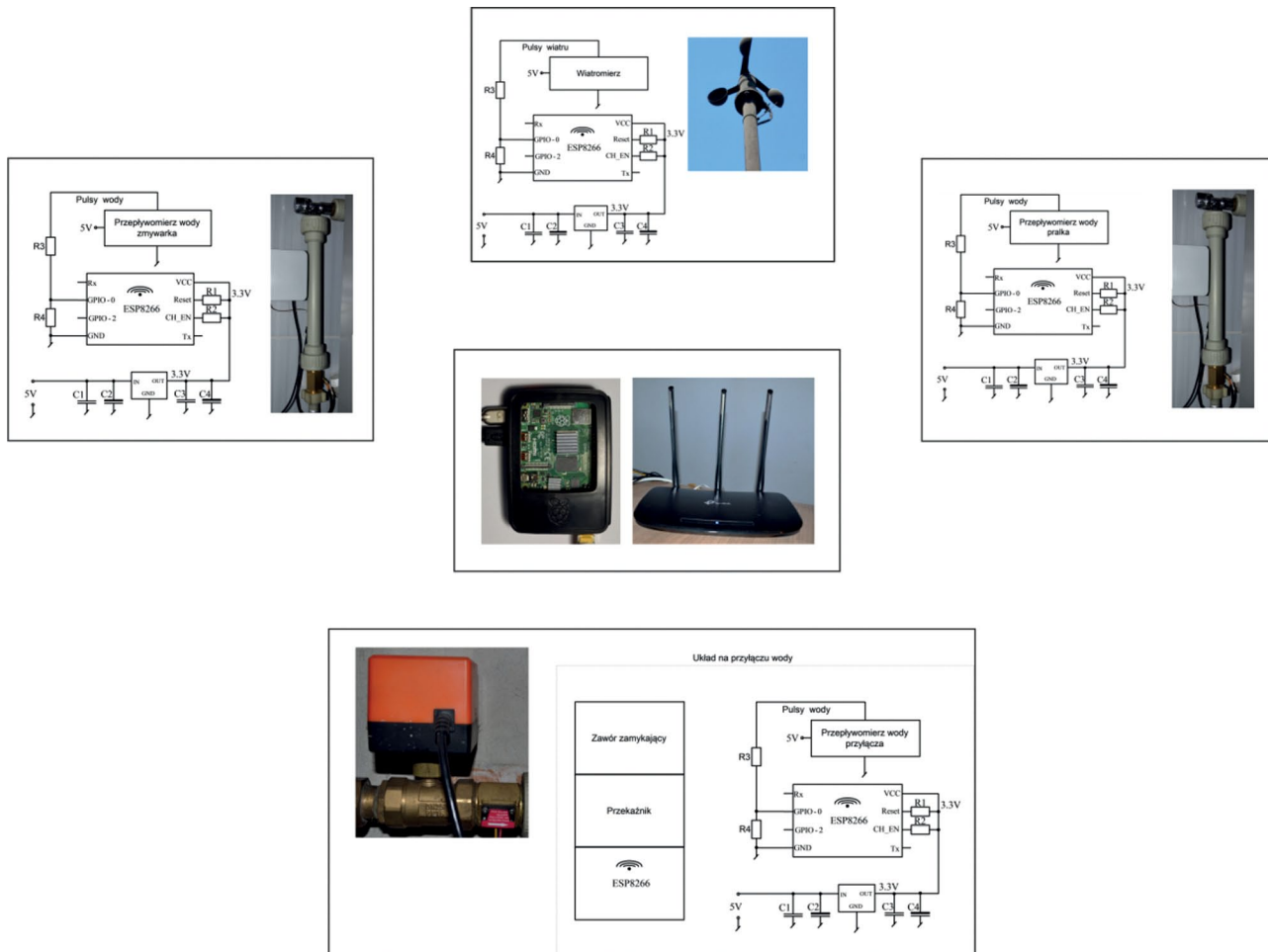
Podsystem zapobiegania skutkom awarii instalacji wodnej odpowiedzialny jest za bieżącą kontrolę zużycia wody oraz monitorowanie poboru wody przez autonomiczne odbiorniki, takie jak np. pralka, zmywarka. Celem tego podsystemu

**Streszczenie:** W pracy przedstawiona została propozycja systemu IoT, którego celem jest ochrona domu przed zniszczeniami wynikającymi z ewentualnych awarii instalacji wodnej oraz wystąpienia ekstremalnych warunków atmosferycznych. W ramach systemu stworzona została infrastruktura elektroniczna oraz system informatyczny bazujący na metodach sztucznej inteligencji. Infrastruktura elektroniczna została zbudowana w oparciu o istniejące moduły platformy Arduino oraz Raspberry Pi.

**Abstract:** The paper presents a proposal of an IoT system. The main goal is to protect the house against damage resulting from possible failures of the water installation and the occurrence of extreme weather conditions. As part of the system, an electronic infrastructure and an information system based on artificial intelligence methods have been created. The electronic infrastructure was built on the basis of the existing modules of the Arduino and Raspberry Pi platforms.



Rys. 1. Poglądowy widok rozmieszczenia wykorzystywanych czujników zabudowanych w domu



Rys. 2. Schematy elektryczne układów pomiarowych oraz fotografie przedstawiające zabudowane czujniki pomiarowe i zawór odcinający

jest rozróżnienie sytuacji, gdy mamy do czynienia z rutynowym poborem wody, a ewentualną awarią instalacji wodnej, co zagrażałoby zalaniu domu (mieszkania). System składa się z głównej jednostki pomiarowo-wykonawczej zlokalizowanej na głównym ujęciu wody. Jednostka ta wyposażona jest w przepływomierz zainstalowany na głównym ujęciu wody, dzięki czemu system posiada informacje o sumarycznym aktualnym zużyciu wody w całym domu. Na głównym ujęciu wody zainstalowany jest również elektrozawór, pozwalający podsystemowi na automatyczne odcięcie dopływu wody. Moduł ten za pośrednictwem transmisji WiFi przesyła dane pomiarowe do lokalnego serwera sieci domowej (Raspberry Pi) i przyjmuje polecenia wysłane przez nadrzędną aplikację podsystemu, która w zależności od zidentyfikowanej sytuacji oraz od trybu pracy systemu określa stan głównego zaworu, który adekwatnie do niego zostaje wysterowany przez układ elektroniczny. System kontroli wody wyposażony jest ponadto w moduły pomiarowe służące do pomiaru poboru wody przez wszystkie jednostki autonomiczne, które podczas nieobecności użytkowników są jedynymi odbiornikami wody. Autonomicznymi jednostkami poboru wody mogą być np. pralki, zmywarki, które w zależności od wybranego programu pracy zużywają określoną ilość wody (system pozwala na ustawienie maksymalnego zużycia

wody przez dany odbiornik). Każdy z modułów autonomicznych odbiorników wody wyposażony jest w przepływomierz zainstalowany na podłączeniu tego urządzenia do sieci, przez co instalacja tego systemu nie wymaga przebudowy sieci wodnej ani ingerencji w samo urządzenie. Oprócz przepływomierza moduł ten zawiera układ elektroniczny wykonujący pomiar przepływu wody i przesyłający wynik pomiaru do głównej aplikacji systemu. Posiadając bieżące informacje o sumarycznym poborze wody oraz informacje o poborze wody przez urządzenia autonomiczne, system jest w stanie określić, czy mamy do czynienia z sytuacją rutynową czy awaryjną. W określeniu tego konieczne jest też oczywiście posiadanie informacji o obecności osób w domu. Główna aplikacja systemu działa w taki sposób, że w przypadku wykrycia sytuacji awaryjnej przez podsystem zapobiegania skutkom awarii instalacji wodnej zamyka automatycznie główne ujęcie wody i niezwłocznie powiadamia o tym użytkowników.

Drugi podsystem monitoruje warunki atmosferyczne (wiatr) i reaguje na ekstremalne odczyty prędkości wiatru. W tym celu system wyposażony jest w moduł pomiaru prędkości wiatru (wiatromierz) i wiele modułów wykonawczych, zabudowanych w puszkach instalacyjnych elektrycznie sterowanych rolet okiennych. Dodatkowo istnieje możliwość zabudowy

elementów wykonawczych w układach zasilania markiz. Podsystem ten w przypadku wykrycia potencjalnego zagrożenia, wynikającego z utrzymującej się przez pewien określony czas prędkości wiatru przekraczającej zadaną wartość progową, automatycznie zamyka wszystkie rolety (ewentualnie markizy) i powiadamia o tym użytkowników.

W ramach realizacji systemu stworzona została aplikacja mobilna dla systemu Android, której jednym z podstawowych zadań jest zgłaszanie informacji o obecności użytkownika w domu poprzez wysłanie powiadomienia o zalogowaniu w sieci lokalnej bądź o wylogowaniu z niej. Zrealizowane to zostało przez stworzenie w aplikacji mobilnej usługi (*service*), która poprzez *broadcast receiver* nasłuchuje zmian zachodzących w ustawieniach sieci. Usługa ta wysyła informacje do zewnętrznego Rest API w sytuacji wylogowania z sieci domowej oraz do wewnętrznego Rest API w przypadku zalogowania do sieci domowej. Informacje te są zamieszczane w zewnętrznej bazie danych. Równie istotnym zadaniem realizowanym przez aplikację mobilną jest powiadamianie użytkownika o wszelkich stanach alarmowych zachodzących w domu. Oprócz tego aplikacja ta umożliwia użytkownikowi dostęp do podstawowych danych systemu.


Serwer lokalny został zrealizowany w oparciu o komputer Raspberry Pi i system operacyjny Raspbian. Stworzona została na nim aplikacja serwerowa w oparciu o framework Flask. Stworzona została usługa sieciowa w architekturze REST. Usługa ta zapisuje dane w zewnętrznej bazie danych MySQL. Na potrzeby systemu zaprojektowanych zostało szereg punktów końcowych (*endpoints*) do komunikacji pomiędzy aplikacją serwerową a modułami pomiarowymi, wykonawczymi i pomiarowo-wykonawczymi. Moduły te zostały wyposażone w bardzo proste serwery z usługą Rest API, dzięki czemu możliwa jest komunikacja dwustronna pomiędzy serwerem lokalnym i tymi modułami.

### Podsumowanie

Zaproponowany w pracy system został zrealizowany i w sposób ciągły pełni funkcje ochronne. Na bieżąco monitorowana jest jego niezawodność i analizowane są czynniki powodujące aktywację jego funkcji ochronnych. Zauważono możliwości rozbudowy stworzonego systemu o moduł uczący się rutynowego zużycia wody przez użytkowników w celu ochrony domu również w przypadku obecności jego użytkowników.

### Literatura

- [1] GRELA J., OŻADOWICZ A., KLUSKA M., SMOK K.: *Przykładowa aplikacja urządzeń elektroniki konsumenckiej wykorzystujących technologie Internetu Rzeczy (IoT)*. „Napędy i Sterowanie” 12/2016.
- [2] KLUSKA M.: *System sterowania i monitoringu budynków – implementacja uniwersalnych układów mikrokomputerowych*. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 2016.
- [3] SONG H.Y., PARK S.C., YOON Y.T.: *A design scheme of the smart appliances to minimize energy cost without reducing customer's utility*. IEEE Power & Energy Society General Meeting, 2015.
- [4] GRELA J., OŻADOWICZ A.: *Uniwersalne moduły technologii Internetu Rzeczy (IoT) dla systemów automatyki budynkowej i zarządzania energią w budynkach*. „Napędy i Sterowanie” 6/2016.

 dr inż. Andrzej Sikora – Wydział Elektryczny, Politechnika Śląska  
dr inż. Roksana Słowik – Wydział Matematyki Stosowanej,  
Politechnika Śląska

### Artykuły naukowe opublikowane w miesięczniku „Napędy i Sterowanie” w 2021 roku recenzowali:

1. **Dr hab. inż., prof. uczelni Andrzej Dębowski** – Instytut Inżynierii Elektrycznej, Politechnika Bydgoska
2. **Prof. dr hab. inż. Tadeusz Glinka** – Instytut Elektrotechniki Teoretycznej i Przemysłowej, Politechnika Śląska
3. **Dr hab. inż. Jarosław Guziński, prof. nadzw. PG** – Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Politechnika Gdańska
4. **Dr inż. Marek Bolesław Horyński** – Katedra Podstaw Techniki, Politechnika Lubelska
5. **Dr inż. Grzegorz Karoń** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska
6. **Prof. dr hab. inż. Zbigniew Kęsy, prof. zw.** – Instytut Mechaniki Stosowanej i Energetyki, Politechnika Radomska
7. **Prof. dr hab. inż. Wacław Kollek** – Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska
8. **Dr hab. inż. Adam Sołbut, prof. PB** – Wydział Elektryczny, Politechnika Białostocka
9. **Dr inż. Eugeniusz Sroczan** – Politechnika Poznańska
10. **Dr hab. inż. Michał Stosiak, prof. nadzw. PWr** – Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska
11. **Dr inż. Zbigniew Szulc** – Wydział Elektryczny, Politechnika Warszawska
12. **Dr inż. Grzegorz Wiciak** – Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych, Politechnika Śląska





Susan Schneider  
**Świadome maszyny.**  
**Sztuczna inteligencja i projektowanie umysłów**  
 Wydawnictwo Naukowe PWN  
 Wydanie: 2021

Gdy pierwsza maszyna oznajmi: „Jestem świadoma” – czy będziemy wiedzieli, co zrobić?

Wielu sądzi, że największym problemem związanym z rozwojem sztucznej inteligencji (SI) jest możliwość utraty nad nią kontroli i scenariusz widowiskowej zagłady rodem z filmów sci-fi. Choć tych zagrożeń nie można ignorować, SI niesie też znacznie bardziej subtelne, lecz równie poważne niebezpieczeństwa, którym dotąd prawie nie poświęcano uwagi.

Wbrew popularnej opinii złożonej inteligencji wcale nie musi towarzyszyć świadomość – może się okazać, że nawet SI dorównująca zdolnościami człowiekowi nie posiada żadnego „życia wewnętrznego” i nie jest zdolna do subiektywnego doświadczania świata. Czy będziemy potrafili odróżnić maszynę świadomą od maszyny jedynie inteligentnej? Choć to niezwykle trudny problem, stawka jest ogromna, a konsekwencje pomyłki przerażające. Gdyby SI były świadome, nieuznanie ich praw i zmuszenie do służenia człowiekowi byłoby równoznaczne z niewolnictwem na bezprecedensową skalę. Z kolei jeśli przypiszemy świadomość maszynom, które w istocie jej nie posiadają, w przyszłości może się okazać, że kosmos wypełniają nasi postbiologiczni potomkowie – ale brak w nim świadomych istot.



Stanisław Płonka, Ludwik Ogiński, Jacek Postrożny  
**Optymalizacja operacji wytwórczych**  
 Wydawnictwo Naukowe PWN  
 Wydanie: 2021

*Optymalizacja operacji wytwórczych* jest praktycznym poradnikiem dotyczącym wybranych metod optymalizacji procesów i operacji wytwarzania.

Celem optymalizacji parametrycznej jest dobranie (spośród możliwych do stosowania w danych warunkach – w obszarze rozwiązań dopuszczalnych określonym ograniczeniami) takich wartości parametrów skrawania, jak: prędkość  $v_c$ , posuw  $f$  i głębokość skrawania  $a_p$ , które zapewniają ekstremalną wartość założonego kryterium optymalizacji (funkcji celu). Natomiast w przypadku obróbki wykończeniowej przez nagniatanie – na ogół są to promień zaokrąglenia elementu nagniatającego  $r_{kr}$ , siła nagniatania (docisku)  $F_n$ , posuw na obrót  $f$ , względnie wcisk nagniatania  $w$  i posuw na obrót  $f$ , a dla nagniatania elektromechanicznego (z elektrokontaktowym nagrzewaniem) dodatkowo natężenie prądu elektrycznego  $I$ .

W podręczniku skoncentrowano się na doborze optymalnych parametrów wybranych sposobów nagniatania ze względu na jedną funkcję celu (jedno kryterium), jak również, w ograniczonym stopniu, na doborze parametrów operacji nagniatania oraz toczenia wykończeniowego ze względu na dwie i trzy funkcje celu. Przedstawiono przykłady wyznaczania optymalizowanych czynników badanych operacji za pomocą analizy wariacyjnej oraz doboru optymalnych parametrów ze względu na jedną funkcję celu, wybranych sposobów obróbki wykończeniowej przez nagniatanie za pomocą krążka, rolek oraz specjalnych nagniataków w postaci kół zębatych, części wykonanych ze stopu aluminium, stali i żeliwa szarego.



Anna Anger, Paweł Łaguna, Bartosz Zamara  
**BIM dla managerów**  
 Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN  
 Wydanie: 2021

*BIM dla managerów* pokazuje atuty, jakie niesie ze sobą wdrożenie metodologii BIM. *BIM dla managerów* jest przeznaczona dla managerów średniego i wyższego szczebla decyzyjnego, pracujących przy planowaniu, projektowaniu, realizacji i obsłudze inwestycji budowlanych.

Autorzy *BIM dla managerów* prowadzą czytelnika przez zagadnienia związane z organizacją procesu inwestycyjnego, zarządzaniem informacją w procesie inwestycyjnym, w tym o początkach BIM-u i jego aktualnym rozumieniu. Rozdział pierwszy kończy się słownikiem podstawowych pojęć.

Rozdział drugi omawia zagadnienia związane z organizacją przedsiębiorstwa i zarządzaniem procesem inwestycyjnym. Ukazano wartość BIM dla biznesu przedsiębiorstwa niezależnie od jego charakteru, a następnie wskazano sposób przygotowania się i etapy wdrożenia BIM.

W rozdziale trzecim omówiono cele i korzyści na konkretnych etapach cyklu życia obiektu budowlanego, aby w rozdziale czwartym skupić się na narzędziowej stronie BIM.

Rozdział piąty omawia wartość standaryzacji i konieczności ustrukturyzowanego podejścia do wdrażania BIM, bez którego inwestycja w BIM może nie przynieść oczekiwanych korzyści. Omówiono również nowe funkcje i zakresy kompetencji, jakie są konieczne do zapewnienia w organizacji w celu pomyślnego wdrożenia BIM.

Rozdział szósty stanowi swoistą mapę pierwszego wdrożenia BIM, omawiając kryteria wyboru pierwszego projektu, budowę zespołu, mierzenie wyników wdrożenia oraz wskazując na zagrożenia związane z wyborem drogi „na skróty”. Zagadnienia omawiane są z perspektywy zamawiającego i wykonawcy metodyki.

Rozdział siódmy opisuje aktualny stan BIM w Polsce w ujęciu zamówień publicznych, prawa budowlanego, praw autorskich i edukacji. Na końcu, w rozdziale ósmym, autorzy popuścili wodze fantazji i wskazali potencjalne ścieżki rozwoju technologii i procesów informatycznych w budownictwie przyszłości.

# Zestawienie firm – automatyka przemysłowa

Dane firmy	Profil działalności
<b>Napędy</b>	
<b>CANTONI GROUP</b> ul. 3 Maja 28 43-400 Cieszyn	tel. 33 813 87 00 fax 33 813 87 01 e-mail: motor@cantonigroup.com www.cantonigroup.com  Grupa Cantoni to największy w Polsce producent silników elektrycznych w zakresie mocy od 0,04 kW do 6000 kW oraz hamulców. Silniki elektryczne są produkowane przez firmy: Besel SA w Brzegu, Celma Indukta SA w Cieszynie i Bielsku-Białej, Emit SA w Żychlinie. Hamulce produkuje firma Ema-Elfa Sp. z o.o. w Ostrzeszowie.
<b>MULTIPROJEKT</b> ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl  Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
<b>Polpack Sp. z o.o.</b> ul. Polna 129 87-100 Toruń	tel. 56 655 92 35 fax 56 655 92 38 e-mail: polpack@polpack.com.pl http://www.polpack.com.pl/  Systemy napędowe i sterowania. Dostarczamy najwyższej jakości elementy techniki napędowej. Zapewniamy profesjonalne wsparcie techniczne doświadczonych inżynierów, krótkie terminy dostaw i pełen serwis dla dostarczanych produktów. Jedyny autoryzowany dystrybutor firmy Bonfiglioli w Polsce. Szeroko wyposażony magazyn części gotowych produktów. Realizacja zamówień w bardzo krótkim czasie.
<b>Steinlen Polska Sp. z o.o.</b> ul. W. Grabskiego 4/8 63-500 Ostrzeszów	tel. 62 732 23 50 fax 62 732 23 51 marketing@steinlenpolska.pl  Steinlen Polska Sp. z o.o. jest autoryzowanym przedstawicielem firmy Bauer Gear Motor GmbH. Prowadzimy sprzedaż oraz serwis motoreduktorów, silników, przekładni, hamulców i sprzęgieł.
<b>Automatyka przemysłowa</b>	
<b>ASTAT</b> ul. Dąbrowskiego 441 60-451 Poznań	tel. 61 848 88 71 e-mail: info@astat.pl www.astat.pl  Kompleksowa oferta komponentów automatyki przemysłowej, szaf sterowniczych, obudów, osprzętu kablowego, rozwiązań dla energetyki i miernictwa. Wybrany asortyment dostępny z magazynu.
<b>COMPARTA Zajdel Sp. z o.o.</b> ul. Marmurowa 7 05-077 Warszawa-Wesoła	e-mail: comparta@comparta.pl www.comparta.pl  Oferuje: <ul style="list-style-type: none"> <li>• switche przemysłowe COMPARTA;</li> <li>• IDEC – PLC, HMI, bezpieczeństwo;</li> <li>• komputery przemysłowe ASEM;</li> <li>• konwertery protokołów HILSCHER;</li> <li>• zdalny dostęp SECOMEA – najbardziej kompletne i zaawansowane rozwiązanie umożliwia zdalny serwis, monitorowanie i zbieranie danych.</li> </ul> Zapraszamy do sklepu internetowego COMPARTA24.PL
<b>ELMAST Zakład Elektroniki Przemysłowej</b> ul. Bema 11 lok. 62 15-369 Białystok	tel. 506 745 439 e-mail: biuro@elmast.pl www.elmast.pl  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezcujnikowe inteligentne sterowniki z mikroprocesorowym zabezpieczeniem silnika do zanurzeniowych pomp ściekowych.</li> <li>• Mikroprocesorowe niedomiarowoprądowe zabezpieczenia agregatów pompowych głębinowych.</li> <li>• Zestawy rozruchowo-sterująco-zabezpieczające ze zdalnym sterowaniem i powiadomieniem przez GSM.</li> </ul>

Automatyka przemysłowa (cd.)		
<b>Endress+Hauser Polska sp. z o.o.</b> Wołowska 11 51-116 Wrocław	tel. 71 773 00 00 e-mail: info.pl@endress.com	Endress+Hauser to światowy lider w obszarze aparatury pomiarowej, usług i rozwiązań automatyki przemysłowej. Produkujemy układy do pomiaru przepływu, poziomu, ciśnienia, temperatury, analizy cieczy i gazów oraz rejestracji danych. Optymalizujemy procesy produkcyjne pod kątem wzrostu wydajności, bezpieczeństwa i redukcji wpływu na środowisko.
<b>Fatek Polska Sp. z o.o.</b> ul. Siwka 11 31-588 Kraków	tel. 533 329 921 e-mail: info@fatekpolka.pl www.fatek.pl	Oferujemy kompleksową automatyzację maszyn. Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem sterowników PLC, paneli operatorskich HMI oraz serwonapędów firmy Fatek. Oferujemy kompleksowe wsparcie w zakresie doradztwa technicznego, doboru komponentów oraz pełnego wsparcia dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia.
<b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com	Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: <ul style="list-style-type: none"> <li>• przekaźniki przemysłowe i mocy;</li> <li>• przekaźniki interfejsowe;</li> <li>• przekaźniki półprzewodnikowe;</li> <li>• przekaźniki nadzorcze i czasowe;</li> <li>• przekaźniki bistabilne;</li> <li>• urządzenia do termoregulacji przemysłowej;</li> <li>• zasilacze impulsowe;</li> <li>• moduły serwisowe i wiele innych.</li> </ul>
<b>MULTIPROJEKT</b> ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
<b>N.B.C. Polska Sp. z o.o.</b> ul. Zamoyskiego 45 A/9 03-801 Warszawa	tel. 22 855 18 30 fax 22 855 18 32 e-mail: nbc@nbc-el.pl www.nbc-el.pl	Oferujemy szeroką gamę wysokiej jakości włoskich czujników tensometrycznych, standardowych i projektowanych na zamówienie, akcesoria do czujników, torsjometry, mierniki wagowe z wieloma typami interfejsów, moduły dozujące, ograniczniki do dźwigów i suwnic z rejestratorem danych, wagi dynamometryczne.
<b>SABUR Sp. z o.o.</b> ul. Puławska 303 02-785 Warszawa	tel. 22 549 43 53 e-mail: sabur@sabur.com.pl www.sabur.com.pl	Naszą specjalnością są systemy automatyki o otwartej architekturze, szeroko wykorzystujące technologie internetowe. Oferujemy nowoczesne rozwiązania, kompatybilne z innymi podsystemami, pozwalające na swobodną rozbudowę i komunikację z produktami firm trzecich, z możliwością włączenia w kompleksowe systemy zarządzania. Gwarantujemy ciągłość rozwoju technologicznego i wsparcie w trakcie całego cyklu życia instalacji.
<b>SKAMER-ACM Sp. z o.o.</b> ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów	tel. 14 63 23 400 e-mail: tarnow@skamer.pl www.skamer.pl	SKAMER-ACM to firma z ponad 30-letnim doświadczeniem w zakresie szeroko pojętej automatyki przemysłowej, od prostych urządzeń pomiaru, regulacji, sterowania i rejestracji, po zaawansowane układy sterowania i robotykę. Działalność firmy obejmuje: projektowanie, programowanie, montaż, rozruch i serwis; prefabrykację szaf sterowniczych i rozdzielni; sprzedaż urządzeń i systemów branży AKPIA; systemy wizualizacji procesów przemysłowych; systemy monitoringu efektywności produkcji i energii; pomiary wilgotności i tlenu w gazach; instalacje elektryczne, teletechniczne i HVAC; kompleksową realizację systemów detekcji pożaru w szafach sterowniczych; audyty, opracowania i ekspertyzy specjalistyczne.

Automatyka przemysłowa (cd.)		
<p><b>TWT AUTOMATYKA</b> ul. Wafłowa 1 02-971 Warszawa</p>	<p>tel./fax 22 648 20 89 e-mail: twt@tw.com.pl www.twt.com.pl</p>	<p>TWT to polski producent indukcyjnych czujników zbliżeniowych i czujników optycznych, obecny na rynku od 1999 r. Nasze wyroby charakteryzują się wysokim stopniem zaawansowania technicznego, dużą niezawodnością i wytrzymałością. Zapraszamy na naszą stronę <a href="http://www.twt.com.pl">www.twt.com.pl</a> i do sklepu internetowego.</p>
Energoelektronika		
<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przekaźniki przemysłowe i mocy;</li> <li>• przekaźniki interfejsowe;</li> <li>• przekaźniki półprzewodnikowe;</li> <li>• przekaźniki nadzorcze i czasowe;</li> <li>• przekaźniki bistabilne;</li> <li>• urządzenia do termoregulacji przemysłowej;</li> <li>• zasilacze impulsowe;</li> <li>• moduły serwisowe i wiele innych.</li> </ul>
Aparatura kontrolno-pomiarowa		
<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przekaźniki przemysłowe i mocy;</li> <li>• przekaźniki interfejsowe;</li> <li>• przekaźniki półprzewodnikowe;</li> <li>• przekaźniki nadzorcze i czasowe;</li> <li>• przekaźniki bistabilne;</li> <li>• urządzenia do termoregulacji przemysłowej;</li> <li>• zasilacze impulsowe;</li> <li>• moduły serwisowe i wiele innych.</li> </ul>
Systemy zasilające		
<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przekaźniki przemysłowe i mocy;</li> <li>• przekaźniki interfejsowe;</li> <li>• przekaźniki półprzewodnikowe;</li> <li>• przekaźniki nadzorcze i czasowe;</li> <li>• przekaźniki bistabilne;</li> <li>• urządzenia do termoregulacji przemysłowej;</li> <li>• zasilacze impulsowe;</li> <li>• moduły serwisowe i wiele innych.</li> </ul>
Układy zabezpieczeń		
<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przekaźniki przemysłowe i mocy;</li> <li>• przekaźniki interfejsowe;</li> <li>• przekaźniki półprzewodnikowe;</li> <li>• przekaźniki nadzorcze i czasowe;</li> <li>• przekaźniki bistabilne;</li> <li>• urządzenia do termoregulacji przemysłowej;</li> <li>• zasilacze impulsowe;</li> <li>• moduły serwisowe i wiele innych.</li> </ul>

## Układy zabezpieczeń (cd.)

<p><b>SIBA Polska Sp. z o.o.</b> ul. Warszawska 300 D 05-082 Stare Babice</p>	<p>tel. 22 832 14 77 tel. kom. 603 567 198 tel. kom. 601 241 236 e-mail: siba@siba-bezpieczniki.pl www.siba-bezpieczniki.pl</p>	<p>Bezpieczniki do ochrony półprzewodników (ultraszybkie), bezpieczniki przemysłowe, bezpieczniki trakcyjne, stałoprądowe, bezpieczniki w wykonaniu morskim oraz górnicze, bezpieczniki dla średnich napięć, bezpieczniki w standardach: brytyjskim, francuskim, europejskim, bezpieczniki do obwodów fotowoltaicznych, magazynów energii, bezpieczniki subminiatury SMD, bezpieczniki miniatury, gniazda i podstawy bezpiecznikowe.</p>
---	---	--

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



Nasze bezpieczniki zapewniają bezpieczeństwo ludziom, maszynom, systemom. Niezawodnie.

## Hydraulika

<p><b>WROPOL Engineering Sp. z o.o.</b> Lutynia ul. Wróblowicka 3 55-330 Miękinia</p>	<p>tel. 71 317 12 18 e-mail: hydraulika@wropol.pl www.wropol.pl</p>	<p>Projektowanie i produkcja elementów hydrauliki siłowej oraz maszyn z napędem hydraulicznym. Siłowniki hydrauliczne do Ø500, multiplikatory, agregaty hydrauliczne, zawory ZO, ZZ, ZDZ, ZSZ, prasy BISON Euro, AL, BISON CNC do brykietowania trocin i wiórów AL oraz maszyny i urządzenia technologiczne.</p>
---	---	--

## Utrzymanie ruchu

<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przekaźniki przemysłowe i mocy;</li> <li>• przekaźniki interfejsowe;</li> <li>• przekaźniki półprzewodnikowe;</li> <li>• przekaźniki nadzorcze i czasowe;</li> <li>• przekaźniki bistabilne;</li> <li>• urządzenia do termoregulacji przemysłowej;</li> <li>• zasilacze impulsowe;</li> <li>• moduły serwisowe i wiele innych.</li> </ul>
<p><b>MULTIPROJEKT</b> ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków</p>	<p>tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl</p>	<p>Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.</p>
<p><b>Wytwórnia Sprzętu Elektroenergetycznego AKTYWIZACJA</b> ul. Stadionowa 24 31-751 Kraków</p>	<p>tel. 12 644 08 92 e-mail: wse@aktywizacja.com.pl www.aktywizacja.com.pl</p>	<p>WSE AKTYWIZACJA produkuje, prowadzi serwis i badania okresowe elektroenergetycznego sprzętu ochronnego. W ofercie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• drążki izolacyjne: uniwersalne UDI, teleskopowe TDI;</li> <li>• uziemiacze: przenośne, uszyniacze;</li> <li>• wskaźniki: niskiego, średniego i wysokiego napięcia, uzgadniacze faz;</li> <li>• przyrządy, mierniki i detektory pola elektrycznego;</li> <li>• wyroby elektroizolacyjne z gumy oraz inny sprzęt ochronny BHP.</li> </ul>

## TEMATYKA

**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny

**Nr 2 (274)**  
Rok XXIV  
Luty 2022

- Efektywność w energetyce
- Technologia dla przemysłu energetycznego
- Bezpieczeństwo w przemyśle
- Automatyzacja produkcji
- Bezpieczeństwo sieci przemysłowych
- Technika przemieszczeń liniowych i montażu
- Hydraulika siłowa



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

1/2022 (273)

2/2022 (274)

3/2022 (275)

4/2022 (276)

5/2022 (277)

6/2022 (278)

7-8/2022 (279-280)

9/2022 (281)

10/2022 (282)

11/2022 (283)

12/2022 (284)

## PRENUMERATA

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

Osoby, które dokonają przedpłaty za prenumeratę roczną do końca grudnia 2021 roku, mają zapewnioną cenę 118,80 zł (w tym 8% VAT).

Od stycznia 2022 roku cena prenumeraty rocznej wynosi 237,60 zł (w tym 8% VAT).

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

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

– druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej, [www.nis.com.pl/nis/prenumerata](http://www.nis.com.pl/nis/prenumerata);

– pocztę elektroniczną, e-mail: [prenumerata@drukart.pl](mailto:prenumerata@drukart.pl) lub za pośrednictwem:

– RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22 693 70 00 (godz. 7<sup>00</sup>–17<sup>00</sup>) [www.prenumerata.ruch.com.pl](http://www.prenumerata.ruch.com.pl), [prenumerata@ruch.com.pl](mailto:prenumerata@ruch.com.pl);

– GARMOND PRESS SA, tel./fax 12 412 75 60;

– Kolporter spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k., [www.kolporter.com.pl](http://www.kolporter.com.pl), tel. 41 367 88 88.

# ***napędy i sterowanie***

**miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny**

**Nr 1 (273)**

Rok XXIV  
Styczeń 2022

ISSN 1507-7764  
Indeks 36018X

Cena: 21,60 zł  
(w tym 8% VAT)

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

ZAPRASZAMY DO PROMOCJI  
W NUMERZE **1/2022**  
WYDANIU DEDYKOWANYM  
TARGOM **AUTOMATICON**

# POWERLINE GREEN 33

## LITE / PRO

10-60 kVA

10-20 kVA

- ✓ **Redukcja kosztów zasilania**  
(m.in. kompensacja mocy biernej, wysoka sprawność)
- ✓ **Wejścia i wyjścia bezpotencjałowe w standardzie**
- ✓ **Możliwość komunikacji za pomocą protokołu MODBUS RTU**  
(poprzez standardy RS232 lub RS485)
- ✓ **Wysoki prąd zwarcia**  
(osiągnięcie wysokiej selektywności zabezpieczeń na poszczególnych liniach)
- ✓ **Zdalne zarządzanie jednostką UPS**

**BEZ-PRZERWY,**  
przebiegów  
i kosztów zasilania

**PRODUKT  
POLSKI**

