

# **napędy i sterowanie**

**miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny**

**Nr 5 (277)**

Rok XXIV

Maj 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*

## **ROBOTY, APLIKACJE... POLARIS**



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



# Zaplanuj prace konserwacyjne z RS

Produkty i rozwiązania do konserwacji planowanej i predykcyjnej, wszystko w jednym miejscu. Zapobiegaj przestojom z RS!

Więcej na [pl.rs-online.com](http://pl.rs-online.com)



Symbol Rozwoju  
Biznesu **2021**

**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:**

Institut Konstrukcji  
i Eksploatacji Maszyn  
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki  
i Inżynierii Biomedycznej  
Akademii Górniczo-Hutniczej



Institut Pojazdów, Konstrukcji  
i Eksploatacji Maszyn  
Politechniki Łódzkiej

Punktacja MNISW za publikacje naukowe wynosi 5 pkt (poz. 1652).  
Przytaczając 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 piśmnią  
redakcji.

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

## Szanowni Państwo!

Nowoczesna myśl oraz rozwiązania techniczne, o których nieustannie mamy okazję pisać na naszych łamach, stała współpraca ze znanymi i liczącymi się na międzynarodowym rynku firmami polskimi i zagranicznymi – to wszystko sprawia, że kiedy przyglądamy się przeżywającym zastój dużo bogatszym od nas krajom zachodnim, z pewnością obezwładniająca może być świadomość, że gdy znajdziemy się w ich sytuacji, dużo trudniej będzie nam stanąć na nogi. Szczególnie że ich problemy przekładają się sukcesywnie na naszą sytuację, chociażby w kwestiach eksportu czy importu. Dodatkowo zaś niepokoją kłopoty własne wynikające z inflacji, utrudnień w zdobyciu kredytu czy niepewnego kursu złotego.

Te ciemne wizje niech jednak rozjaśni chociażby wynik ankiety Europejskiego Banku Inwestycyjnego. Wynika z niego, że Polska od lat pozostaje jednym z bardziej atrakcyjnych kierunków napływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ) – wyróżniamy się globalnie, a w regionie jesteśmy liderem. Rok 2021 pomimo kolejnych fal pandemii był rekordowy pod względem napływu takich inwestycji (27,9 mld euro, tj. +84 proc. r/r) oraz tych obsługiwanych przez Polską Agencję Inwestycji i Handlu (zagraniczne firmy zainwestowały w Polsce przy wsparciu Agencji ponad 3,5 mld euro, tj. o 0,8 mld euro więcej niż przed rokiem). Znaczącą część napływu BIZ do Polski stanowią reinwestowane zyski, co świadczy o lojalności inwestorów wobec naszego rynku.

Jaka jest dziś sytuacja ekonomiczna firm z branży automatyki przemysłowej działających w Polsce, jak kształtuje się sprzedaż krajowa, a jak eksport, jakie czynniki w sposób zdecydowany wpływają na wyniki i tendencje wyników w firmie oraz jakie zachodzą zmiany i które z nich mogą mieć znaczący wpływ na funkcjonowanie branży – to tylko kilka z wielu pytań, które dziś muszą zadawać sobie przedsiębiorcy, chcąc efektywnie funkcjonować na polskim rynku, a jednocześnie współistnieć w tym wiodącym sektorze, utrzymując dobrą pozycję. W rezultacie zdawkowe stwierdzenie, że sytuacja gospodarcza w Polsce ma się dobrze i nie powinna zmienić się jeszcze przez kilka lat, wydaje się w obecnej sytuacji politycznej i gospodarczej zupełnie niewystarczające.

Niestety komplementarnej analizy polskiego rynku automatyki obecnie brakuje przedsiębiorcom naszego sektora. Ta dziś strategiczna dla przemysłu sfera nie doczekała się jeszcze syntetycznego raportu opisującego aktualną sytuację, jak i prognozy dotyczącej zarówno całej branży, jak i poszczególnych jej segmentów – najważniejszych czynników wpływających na prowadzenie działalności gospodarczej, obaw związanych z prowadzeniem biznesu, a także zmian, które nastąpiły w porównywalnych okresach. Pojawiające się opracowania, wykonane głównie na zamówienie, traktują problem wybiórczo i zwykle obrazują sytuację zaledwie kilku firm.

Co prawda przedstawicielom takich branż, jak np. energetyka, farmacja, chemia, budownictwo, motoryzacja, w sukurs przychodzą firmy doradcze przygotowujące kompleksowe opracowania, które pomagają rozwiązywać problemy biznesu na globalnych, regionalnych i lokalnych rynkach, a tym samym pozwalają firmom znaleźć swe miejsce w branży. To wciąż jednak kropla w morzu pytań i oczekiwań, ponieważ jesteśmy przekonani, że szeroka informacja dotycząca sytuacji ekonomicznej w automatyce stanowi ważny czynnik w działalności poszczególnych podmiotów obecnych na rynku.

Tymczasem w wydaniu majowym naszego miesięcznika zapraszam do lektury ciekawych artykułów m.in. Marcina Barańskiego *Możliwość wykorzystania SEM maszyny ze wzbudzeniem od magnesów trwałych do diagnostyki wibracyjnej*; Jakuba Bernatta, Tadeusza Glinki, Artura Polaka *Badanie drgań maszyn elektrycznych*, czy Zbigniewa Szulca, Marka Tarłowskiego *Poprawa efektywności energetycznej układów napędowych dużej mocy poprzez zastosowanie przemienników częstotliwości w energochłonnych zastosowaniach w przemyśle*.

Zapraszam do lektury

Katarzyna Zając  
Redaktor naczelna





**Str. 8**  
ROBOTY, APLIKACJE... POLARIS



**Str. 12**  
Partex: systemy oznaczeń w automatyce przemysłowej



**Str. 17**  
Przełączniki czasowe firmy CDC  
Elettromeccanica



**Str. 20**  
Nowa seria silników przeciwwybuchowych ognioszczelnych (wg ATEX) w klasie sprawności IE3

## CO W NUMERZE

### Stałe pozycje

- 6 Nowości techniczne
- 68 Zestawienie firm
- 72 Biblioteka

### Nauka

- 32 **Możliwość wykorzystania SEM maszyny ze wzbudzeniem od magnesów trwałych do diagnostyki wibracyjnej**  
M. Barański
- 38 **Wyznaczanie rozkładów temperatury, gradientów temperatury oraz naprężeń termicznych w zaworze wylotowym pokrytym warstwą nagaru**  
A. Hornik
- 44 **Poprawa efektywności energetycznej układów napędowych dużej mocy poprzez zastosowanie przemienników częstotliwości w energochłonnych zastosowaniach w przemyśle**  
Z. Szulc, M. Tarłowski
- 51 **Badanie drgań maszyn elektrycznych**  
J. Bernatt, T. Glinka, A. Polak
- 56 **Opracowanie oprogramowania systemu zarządzania projektami**  
K. Rejdych
- 60 **Wprowadzenie do technologii BIM**  
A. Nicał, E. Szmigiera, K. Protchenko, K. Kaczorek

### Technologie i produkty

- 8 **FIRMA Z OKŁADKI: ROBOTY, APLIKACJE... POLARIS**  
Polaris Engineering
- 11 **Niskostratne filtry harmonicznych ThdECO™ i sinusoidalne SinECO™ w układach napędowych**  
M. Łukiewski - Fluxcom JEE
- 12 **FIRMA Z OKŁADKI: Partex: systemy oznaczeń w automatyce przemysłowej**  
PARTEX MARKING SYSTEMS Sp. z o.o.
- 15 **Jeden system monitoringu wiele możliwości**  
SKAMER-ACM Spółka z o.o.
- 17 **Przełączniki czasowe firmy CDC Elettromeccanica**  
TERM Tomasz Sobczak

- 19 **Hansford Sensors. Nowa seria iskrobezpiecznych akcelerometrów trójosiowych Premium**  
Hansford Sensors Sp. z o.o.
- 20 **Nowa seria silników przeciwybuchowych ognioszczelnych (wg ATEX) w klasie sprawności IE3**  
A. Owczarzy – CANTONI MOTOR SA
- 22 **Wymagania i zalecenia instalacyjne zasilaczy UPS**  
M. Przybylski – EVER Sp. z o.o.
- 24 **Przełączniki Ethernet innowacją w dystrybucji danych w przemyśle**  
ifm electronic Sp. z o.o.
- 26 **Jak zakres ugięcia sprężyn krążkowych wpływa na ich wydajność**  
J. Leckfor – SPIROL International Corporation



**Str. 22**  
Wymagania i zalecenia instalacyjne zasilaczy UPS



**Str. 26**  
Jak zakres ugięcia sprężyn krążkowych wpływa na ich wydajność

## Informacje branżowe

- 10 **Liderzy sektora innowacji pojawią się w Poznaniu**
- 28 **Międzynarodowe wiodące Targi Inteligentnej Automatyki i Mechatroniki automatica**
- 30 **Międzynarodowe Targi EXPO KATOWICE, 6-9 września 2022 r. Targi źródeł energii**

## Indeks reklam

▷ AUTOMATICA.....	29	▷ MP FILTRI.....	33
▷ Balluff.....	53	▷ NORD Napędy.....	57
▷ Befared.....	39	▷ NOWIMEX.....	41
▷ Cantoni Group.....	21	▷ PARTEX MARKING SYSTEMS.....	76
▷ EVER.....	23	▷ Polaris Engineering.....	1, 6
▷ EXPO KATOWICE.....	31	▷ Robotyka.pl.....	65
▷ Fluxcom JEE.....	11	▷ RS Components.....	2
▷ Hansford Sensors.....	6, 19	▷ SENOMA.....	7
▷ ifm electronic.....	6, 25	▷ SKAMER-ACM.....	15
▷ ITM INDUSTRY EUROPE.....	10	▷ SPIROL.....	27
▷ LINAK.....	35	▷ STAUFF Polska.....	55
		▷ TAKOM.....	47
		▷ TERM Tomasz Sobczak.....	17
		▷ Zrobotyzowany.pl.....	54

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### HS-517

HS-517 to nowa seria wyświetlacza obiektywego dla zastosowań ogólnych i iskrobezpiecznych, zaprojektowana do współpracy z serią czujników drgań HS-420I – z wyjściem 4–20 mA, a także dostępna dla nieiskrobezpiecznych czujników serii HS-420. Jedną z kluczowych cech jest czytelny wyświetlacz LED, wskazujący aktualne wartości pomiarowe i opcjonalne przekaźniki wyzwalane przekroczeniem poziomu ostrzeżenia/alarmu. Możliwy jest błyskawiczny montaż tymczasowy lub na stałe, poprzez przelotowe złącze M12, gdzie wyświetlacz pracuje jako szeregowy element, zasilany z pętli 4–20 mA. Wyświetlacz można obracać o 330°, a złącze o 300°, co umożliwia łatwe dopasowanie położenia wyświetlacza, nawet gdy jest zamontowany pod kątem, w nietypowej pozycji. Wyświetlacz może być używany w strefach iskrobezpiecznych z aprobatą europejską i jest zabezpieczony w stopniu IP65.



Hansford Sensors Sp. z o.o.  
[www.hansfordsensors.pl](http://www.hansfordsensors.pl)

### Mastery IO-Link

Innowacyjne mastery IO-Link firmy ifm umożliwiają proste i szybkie połączenie czujników IO-Link w aplikacjach automatyki przemysłowej. Są produkowane w opatentowanym dwustopniowym procesie formowania wtryskowego, który gwarantuje wytrzymałość i niezawodność. W pełni hermetyczna obudowa z poliamidu zapobiega wyciekom i umożliwia stosowanie w bardzo trudnych warunkach przemysłowych. Rozproszone moduły master IO-Link służą jako bramka między inteligentnymi czujnikami IO-Link a siecią przemysłową. Ponadto ważne informacje z inteligentnych czujników mogą być przesyłane równolegle do świata IT. Oprócz masterów IO-Link do automatyki i IT dostępna jest również wersja dla przemysłu spożywczego o wysokiej szczelności (IP67 lub IP69K).



Nowy IO-Link master firmy ifm jest dostępny w dwóch rodzinach produktów: Standard Line i Power Line. Seria Standard Line jest dostępna w obudowach IP67 i IP69K, a do jej największych zalet można zaliczyć zintegrowany switch sieciowy pozwalający na szeregowo łączenie masterów oraz standardowy port zasilania M12, wersję z czterema i ośmioma portami do 3,6 A. Mastery Power Line

mają konwencjonalne, kompaktowe złącza M12 z kodowaniem T, które umożliwiają zasilanie szeregowo masterów i obciążone prądem do 12 A.

Mastery IO-Link firmy ifm stanowią ważny składnik rozwiązań Industry 4.0. Zapewniają jednocześnie przesyłanie danych do sterownika PLC i systemów klasy ERP. Master IO-Link dostarcza dane z czujników wszędzie tam, gdzie są potrzebne.

ifm electronic Sp. z o.o.  
[www.ifm.com.pl](http://www.ifm.com.pl)

### POLARIS REAKTYWACJA – nowa energia

Firma POLARIS Engineering funkcjonuje na polskim rynku od prawie 30 lat.

W 1993 r. rozpoczęła swoją działalność w branży przemysłowej, koncentrując się na wybranych obszarach technologii.

Jednak naturalnie w miarę upływu lat i w otoczeniu zmieniającej się gospodarki firma stopniowo ograniczała swoją działalność oraz redukowała efektywność aż do 2020 roku...

W 2020 roku POLARIS dostał nowe skrzydła – nastąpiła zmiana zarządu i z nową energią firma intensywnie wznowiła działalność przemysłową, koncentrując się na obszarze automatyki, robotyzacji oraz wprowadzania innowacyjnych rozwiązań w przemyśle.

Dbając o dalszy rozwój i korzystając z wieloletnich kontaktów, od początku czerwca 2021 roku POLARIS Engineering przejął od firmy APS Automatyka Przemysłowa Serwis wszystkie prace związane z liniami technologicznymi i automatyzacją procesów technologicznych.

Na bazie wieloletnich dobrych relacji biznesowych udało się pogodzić interesy obu firm, co bez wątpienia przyniesie korzyści dla wszystkich klientów, zarówno dotychczas współpracujących z APS, jak i tych dopiero rozpoczynających projekty z firmą POLARIS.

Firma POLARIS Engineering może być partnerem biznesowym dla każdej firmy planującej wprowadzić zmiany w stosowanych procesach produkcyjnych. Zapraszamy do współpracy klientów APS i inne firmy, które chcą inwestować w zaawansowany park maszynowy bądź planują wprowadzenie procesów automatyzacji i robotyzacji. Służymy fachowym doradztwem w doborze odpowiedniej opcji oraz gwarantujemy profesjonalne wykonawstwo, a także późniejszy serwis.

Polaris Engineering Sp. z o.o.  
[www.polaris.com.pl](http://www.polaris.com.pl)

# SENOMA

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

H  
A  
M  
U  
L  
C  
E

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

W  
W  
W  
.  
S  
E  
N  
O  
M  
A  
.  
P  
L

T  
E  
C  
H  
N  
I  
K  
A  
N  
A  
P  
Ę  
D  
O  
W  
A

S  
P  
R  
Z  
Ę  
G  
Ł  
A



**REXNORD**

**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 out-standing consulting- and service performance.

Declared by Rexnord

Lubomir Vik Area Sales Mng. Mechelen, June 2013

Rodrigo Madiedo Coupling Marketing Mng. Mechelen, June 2013

**REXNORD**

**TOP-Distributor 2010**

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

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

Declared by Rexnord

Rodrigo Madiedo Coupling Marketing Mng. Mechelen, July 2011

**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



# ROBOTY, APLIKACJE... POLARIS



## Czy powinienem zainwestować w roboty przemysłowe w mojej firmie?

Dziś odpowiedź na to pytanie jest już oczywista, gdyż o korzyściach wynikających z robotyzacji przemysłu nikogo nie trzeba już przekonywać. Z roku na rok wzrasta rola robotów w procesach automatyzacji oraz wyraźnie zauważalne jest coraz częstsze zastosowanie robotów w zupełnie nowych dziedzinach produkcyjnych. Wszyscy bowiem przyzwyczailiśmy się do robotów obecnych przede wszystkim w przemysłach motoryzacyjnym i elektronicznym. Dziś sięgają po nie także małe przedsiębiorstwa, dostrzegając w tym szansę dla szybszego rozwoju firmy i wzrostu swojej konkurencyjności. Ten obszar bazuje głównie na robotyzacji współpracującej, w której robot wykorzystywany jest do prac pomocniczych. Jego powtarzalność, dokładność i niezawodność przy jednoczesnej wysokiej wydajności znakomicie wpisują się w oczekiwane rezultaty. Można więc stwierdzić, że robotyzacja jest rozwiązaniem dobrym dla wszystkich.

## Czy zastosowanie robotów przyczyni się do zwolnień pracowników?

Początkowo był to duży dylemat dla ekonomistów oraz kadry zarządzającej w przedsiębiorstwach. Obecnie, po kilkunastu latach dynamicznego rozwoju procesów robotyzacji, można

z pewnością stwierdzić sytuację wręcz odwrotną. Roboty stały się odpowiedzią na coraz większe niedobory kadry technicznej i personelu obsługi maszyn. Ich zastosowanie zdecydowanie zwiększyło efektywność i poprawiło bezpieczeństwo pracy, a ich coraz większe możliwości funkcjonalne przyczyniły się do poprawy zdrowia i kondycji operatorów. Nietrudno bowiem wyobrazić sobie, ile wysiłku wymaga podanie kilkuset sztuk ciężkiego detalu podczas jednej zmiany. Tymczasem jest to idealne zadanie dla robota. Dodatkowo zdecydowanie zwiększają się możliwości nadzoru produkcyjnego i implementacji Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwie. A pracownicy? W firmach, które zdecydowały się na wprowadzenie robotów, nastąpiły przesunięcia stanowiskowe, a nawet powstały nowe miejsca pracy wynikające ze wzrostu wydajności i efektywności produkcji. W dobrze zarządzanych firmach robotyzacja przyczyniła się do wzrostu zatrudnienia i osiągania zdecydowanie lepszych wyników ekonomicznych.

## Przypomnienie kilku liczb

Już od dawna roboty wykorzystywane są w przemyśle i trudno jest podać datę skokowego wzrostu ich wykorzystania.

Przyjmijmy, że jest to pierwsze dziesięciolecie XXI wieku. Od tego momentu obserwujemy stabilny coroczny wzrost liczby robotów pracujących w przemyśle. Przez wzgląd na uwarunkowania regionalne największą popularność roboty zyskały w krajach azjatyckich i USA. W Europie zdecydowanie



Udział robotów według branż



przodują Niemcy, Włochy i Francja. Podobnie prezentują się wyniki według kryterium gęstości robotyzacji (liczba robotów na 10 000 zatrudnionych). Najwyższy wskaźnik osiągnięto w Chinach, Korei Południowej i Japonii, a w Europie pierwsze trzy miejsca zajmują Niemcy, Szwecja i Dania. Analizując dane, dostrzec można pewne spowolnienie dalszego wzrostu po 2019 roku, spowodowane gwałtownym rozprzestrzenianiem się Covid 19, ograniczeniami z nim związanymi oraz globalnym kryzysem będącym następstwem pandemii. Mimo to w opinii ekspertów była to jedynie chwilowa tendencja, a osiągnięcie tempa wzrostu sprzed pandemii nastąpi już w 2023 roku.

Także w Polsce odnotowano znaczny wzrost zainstalowanych robotów już w 2018 roku, co zdecydowanie poprawiło nasze miejsce w globalnym rankingu robotyzacji. Nadal jednak daleko nam do ścisłej czołówki, gdyż polski wskaźnik gęstości robotyzacji plasuje się na poziomie 46 robotów.

Zdecydowana większość robotów pracuje obecnie w branży motoryzacyjnej. Automatyczne linie wyposażone w roboty zdecydowanie zwiększyły wydajność i efektywność wytwarzania. Adekwatnie w Polsce udział robotów w tej branży jest najwyższy. Patrząc całościowo na polską gospodarkę, obserwuje się, iż roboty wykorzystywane są głównie do przenoszenia materiałów, do prac spawalniczych i zgrzewających. Tymczasem coraz częściej małe i średnie polskie firmy decydują się na wykorzystanie robotów w pomocniczych procesach swojej produkcji głównej. Bardzo często roboty stosowane są chociażby w procesach pakowania gotowych detali.



## Polaris Engineering w latach 2020 i 2021

Jak już pisaliśmy w zeszłorocznym targowym numerze miesięcznika „Napędy i Sterowanie”, firma Polaris Engineering po reaktywacji realizuje zadania związane z automatyzacją procesów technologicznych. Mimo trudnego okresu spowodowanego przerwaniem łańcuchów dostaw udało nam się zrealizować projekty związane z budową kompletnych nowych linii technologicznych. Dodatkowo wykonaliśmy aplikacje wyposażone w roboty przemysłowe. Poniżej zamieszczamy krótki opis zastosowania robotów w dwóch różnych procesach.



Zadanie polegało na stworzeniu gniazda służącego do produkcji osłon z odpadów blach po produkcji cięcia. W związku z tym całość instalacji składa się z gilotyny mechanicznej, zaginarki i robota pracującego w strefie między dwiema maszynami, który odbiera materiał z gilotyny, podaje go do zaginarki i odbiera gotowy detal. Całość pracuje pod nadzorem sterownika S7 współpracującego z robotem Fanuc. Jedyną czynność, jaką wykonuje człowiek, to podanie wsadu do gilotyny. W tym roku uzupełniamy to gniazdo o drugiego robota (podanie) w celu pełnej automatyzacji procesu.

Zadaniem tej aplikacji było sklejenie uprzednio przygotowanego kartonu, wydruk etykiety i oklejenie paczki oraz transport jej do wyznaczonego miejsca. Całość składa się z robota, drukarki etykiet, oklejarki i systemu przenośników rolkowych. Podobnie jak poprzednio system oparty jest na sterowaniu S7-1500 oraz robocie Fanuc.

Obecnie firma realizuje projekt związany z wieloosiową profilarką (automatyczne ustawianie rolek) wyposażoną w trzy prasy z przestawianymi elektrycznie narzędziami. Taka konfiguracja umożliwi produkcję różnych detali bez konieczności wprowadzania mechanicznych ustawień przez operatora. Dodatkowo, kontynuując nasze prace, przygotowujemy aplikację zawierającą parę robotów przeznaczonych do szybkiego odbioru i układania długich profili stalowych. Ponadto realizujemy automatyzację innych indywidualnych procesów technologicznych. Wszystkich zainteresowanych zapraszamy do współpracy. ■



Polaris Engineering  
tel. 22 308 90 30  
www.polaris.com.pl

# Liderzy sektora innowacji pojawią się w Poznaniu

Kondycja polskiego przemysłu pozytywnie zaskakuje ekonomistów. To sektor wyjątkowo odporny na kryzys związany z obecną sytuacją na świecie. Nastroje branży przemysłowej widać także w przygotowaniach do Targów ITM INDUSTRY EUROPE. Kilkuset wystawców już potwierdziło swoją obecność. Wydarzenie będzie okazją do nawiązania bezpośrednich relacji z liderami rynku.

Ostatnie miesiące pokazały, że wirtualne *eventy* nie mogą zastąpić energii spotkań „na żywo”. Potwierdzają to wystawcy, którzy z entuzjazmem planują swoją aktywność na tegorocznych Targach. Będą pokazy, prezentacje technologii i produktów oraz szeroka gama nowości rynkowych.

Zwiedzający Targi profesjonaliści z zainteresowaniem śledzą listę wystawców, których stoiska będzie można odwiedzić od 31 maja do 3 czerwca 2022 r. w Poznaniu. Dowodem siły marki ITM INDUSTRY EUROPE jest wachlarz kluczowych firm sektora innowacji. Do tegorocznej edycji dołączyli już m.in.: DMG MORI POLSKA, GF MACHINING SOLUTIONS, YAMAZAKI MAZAK CENTRAL EUROPE, DEMATEC, HIGH TECHNOLOGY MACHINES, MACHINE TOOLS INTERNATIONAL, SCHUNK INTEC, TRUMPF POLSKA, AMADA, KIMLA, DIG ŚWITAŁA, POL-SVER, BOSCHERT POLSKA, ADIGE, SIEMENS, KUKA CEE, FANUC POLSKA, YASKAWA POLSKA, ASTOR, MITUTOYO POLSKA, CARL ZEISS.

## Druga edycja Kongresu Industry Next

Rok wyzwania dla polskiego przemysłu – to hasło tegorocznej odsłony Kongresu Industry Next, którego pierwsza edycja w 2021 r. okazała się dużym sukcesem.

W tym roku Kongres będzie platformą dyskusji na temat wyzwań, z jakimi muszą mierzyć się firmy działające w branżach przetwórstwa przemysłowego w kontekście perturbacji na rynku

surowców. Decydenci, przedstawiciele instytucji rozwoju oraz rynkowi eksperci podejmą również temat relokacji europejskiego przemysłu i związanych z nim szans dla polskich firm oraz nowych kierunków eksportowych w kontekście sankcji i sytuacji geopolitycznej w Europie.

Kongres potrwa od 31 maja do 1 czerwca. W pierwszym dniu odbędą się panele dyskusyjne, drugi będzie okazją do wzięcia udziału w praktycznych warsztatach INDUSTRY NEXT, które wskażą możliwości wykorzystania najnowszych technologii w przedsiębiorstwach z branży przemysłowej. Program warsztatów powstaje przy wsparciu strategicznych partnerów: Poznańskiego Parku Naukowo-Technologicznego oraz Poznańskiego Centrum Superkomputerowo-Sieciowego pod wspólnym „sztydem”: EDIH HPC4Poland – DIGITAL TRANSFORMATION OF INDUSTRY. Eksperti zaprezentują narzędzia i przykłady wdrożeń „cyfrowych bliźniaków” w branży automotive i produkcji maszyn. Uczestnicy będą mieli okazję poszerzyć wiedzę i kompetencje oraz poznać praktyczne rozwiązania z obszaru sztucznej inteligencji, Internetu Rzeczy i technologii wspierających digitalizację przemysłu wraz z możliwościami dofinansowania transformacji cyfrowej.

## Krakowski Park Technologiczny gospodarzem strefy startupów

Podczas ITM INDUSTRY EUROPE KPT ScaleUP, wiodący polski akcelerator Przemysłu 4.0, zorganizuje strefę dla technologicznych startupów. To okazja,

by zapoznać się z najciekawszymi przemysłowymi innowacjami. Celem akceleratora KPT ScaleUP jest aranżowanie współpracy między technologicznymi startupami a dużymi przemysłowymi firmami. Końcowym efektem takiej kooperacji jest wprowadzanie na rynek i upowszechnianie nowatorskich rozwiązań, opracowywanych przez młode spółki. Działalność akceleratora sprawia, że mało rozpoznawalne i dopiero rozpoczynające biznesową aktywność startupy zyskują bezcenną okazję do bezpośredniej współpracy z gigantami polskiego przemysłu.

## Hakaton Drone Power

Nowością tegorocznej edycji Targów ITM INDUSTRY EUROPE będzie hakaton Drone Power + pozwalający odkryć talenty i technologie dla bezpiecznej infrastruktury, kluczowej dla prawidłowego funkcjonowania państwa. Przedsięwzięcie realizowane jest przez Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe, Eneę oraz Targi ITM INDUSTRY EUROPE. Przed zespołami postawiono wyzwania: klasyczne, robotyczne i koncepcyjne. Łączy je jedno: stworzenie algorytmu, technologii bądź rozwiązania zapewniającego nieprzerwane i bezpieczne działanie infrastruktury. Ta wyjątkowa burza mózgów potrwa dwa dni (2 i 3 czerwca). Szczegóły dostępne są na stronie [drone.power.pl](https://drone.power.pl).

Targi ITM INDUSTRY EUROPE potrwać od 31 maja do 3 czerwca 2022 r. na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich. W tym samym czasie będzie można jednocześnie zwiedzić ekspozycję: Targów Logistyki, Magazynowania i Transportu Modernlog, Targów Kooperacji Przemysłowej Subcontracting oraz Forum Odlewniczego Focast.

Więcej na: [www.itm-europe.pl](https://www.itm-europe.pl)

# Niskostratne filtry harmonicznych ThdECO™ i sinusoidalne SinECO™ w układach napędowych

## Oddziaływanie przemienników częstotliwości

Zasilanie układów napędowych za pomocą przekształtników z modulacją impulsów wyjściowych PWM (*Pulse Width Modulation*) przy dużych częstotliwościach kluczkowania, a tym samym dużych stromościach impulsów napięcia  $du/dt$  jest przyczyną występowania szeregu zjawisk pasożytniczych w silnikach. Napięcia i prądy łożyskowe, prądy doziemne i ekranowe, przepięcia na zaciskach silnika, wzrost strat i hałasu są zjawiskami, które wpływają na obniżenie trwałości oraz efektywności pracy silnika. W celu ograniczenia niebezpiecznego oddziaływania odkształconego napięcia na silnik i linię kablową stosuje się na wyjściu przekształtnika dławiki silnikowe, dławiki  $dv/dt$  (L) lub filtry sinusoidalne (LC). Filtry sinusoidalne typu SinECO™ ograniczają wartości prądów pojemnościowych płynących przez pojemności kabla, skutecznie łagodzą stromość narastania impulsów napięcia  $dv/dt$ , co zabezpiecza układ izolacyjny silnika i kabla, oraz eliminują niebezpieczne napięcia refleksyjne na silniku. Zastosowanie filtra sinusoidalnego typu SinECO™ przywraca sinusoidalny kształt napięcia na wyjściu przemiennika częstotliwości, ograniczając współczynnik THDU napięcia do wartości poniżej 5%.

Popularne falowniki z sześciopulsowym prostownikiem na wejściu pobierają z sieci silnie odkształcony prąd. Wpływa to na dodatkowe obciążenie transformatora sieciowego wyższymi harmonicznymi prądu. W celu zabezpieczenia uzwojeń transformatora przed przeciążeniem stosuje się przed falownikiem filtr harmonicznych typu ThdECO™, który ogranicza współczynnik zawartości harmonicznych prądu THDi do wartości poniżej 10%.


## CoreECO™ – wieloszczelinowa technologia budowy rdzenia

W rdzeniach dławików występują nieciągłości w postaci poprzecznych szczelin powietrznych w kolumnach. Szerokie szczeliny powietrzne w rdzeniu powodują zmianę kierunku przebiegu strumienia w obszarach przy-szczelinowych oraz wywołują zewnętrzny strumień rozproszenia. Zmiana kierunku przebiegu strumienia powoduje wzrost strat podstawowych


histerezowych z powodu anizotropii materiału rdzenia oraz silny wzrost strat wiropędowych w rdzeniu.

Najlepsze ograniczenie strat dławików filtrów uzyskuje się przez zastosowanie do budowy rdzenia nowoczesnych niskostratnych materiałów nanokrystalicznych lub proszkowych, wykonując jednocześnie rdzeń w technologii wieloszczelinowej CoreECO™.

**Tabela 1.** Podstawowe parametry techniczne filtrów sinusoidalnych typu SinECO™ – producent TRAFECO

Moc napędu	1,5-800 kW	
Napięcie	230 V - 800 V	
THDU	< 5%	
Częstotliwość	50/60 Hz	
Czujniki temp.	Tmax = 120°C / 150°C	
Klasa izolacji	T40F (Tmax = 155°C)	
Chłodzenie	AN/AF	
Stopień ochrony	IP00 / IP23 / IP44 / IP54	

**Tabela 2.** Podstawowe parametry techniczne filtrów harmonicznych typu ThdECO™ – producent TRAFECO

Moc napędu	1,5-800 kW	
Napięcia	230 V - 800 V	
THDi	< 5%, < 10%	
Częstotliwość	50/60 Hz	
Czujniki temp.	Tmax = 120°C / 150°C	
Klasa izolacji	T40F (Tmax = 155°C)	
Chłodzenie	AN/AF	
Stopień ochrony	IP00 / IP23 / IP44 / IP54	

Oferta Fluxcom JEE obejmuje pełen zakres budowy i modernizacji układów napędowych. Modernizowane układy napędowe wyposażamy w dławiki  $dv/dt$  lub filtry sinusoidalne zabezpieczające izolację kabla i silnika. Po stronie sieci dobieramy dławiki sieciowe lub filtry harmonicznych zabezpieczające transformator zasilający. Usuwamy zakłócenia pochodzące od układów napędowych. Oprócz urządzeń standardowych projektujemy nietypowe filtry i elementy indukcyjne przeciwzakłóceniu. ■

✉ Mirosław Łukiewski – Fluxcom JEE, mlukiewski@fluxcom.pl

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

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

# Partex: systemy oznaczeń w automatyce przemysłowej

Bez odpowiednich opisów trudno jest ustalić przeznaczenie poszczególnych przewodów nawet w prostej instalacji elektrycznej. Sytuacja komplikuje się, jeżeli mamy do czynienia np. z szafą sterowniczą czy aparatami w złożonych systemach automatyki przemysłowej. Wybór właściwego systemu identyfikacji komponentów staje się wówczas koniecznością. Możliwość stosowania oznaczeń razem z kablami i przewodami elektrycznymi, pneumatycznymi, aparaturą, przyciskami, sygnalizatorami stanowi nieocenioną pomoc w codziennym użytkowaniu.

**W**łaściwe znakowanie wszystkich elementów systemu jest bardzo istotne z punktu widzenia późniejszej eksploatacji, bezpieczeństwa i serwisowania. Dobór odpowiedniej metody opisywania instalacji elektrycznej powinna poprzedzić analiza jej funkcjonalności, przeznaczenia i przegląd zainstalowanych aparatów. Najważniejsze kryteria, którymi powinniśmy się kierować, to czytelność, trwałość opisów oraz ich dostosowanie do docelowych warunków pracy. Pod marką Partex znajdziemy wiele produktów odpowiednich do wykonania tego zadania w bardzo zróżnicowanych środowiskach automatyki przemysłowej.



## Oznaczenia w szafach sterowniczych

Oznakowanie w szafach sterowniczych musi uwzględniać złożoność i duży stopień skomplikowania zainstalowanego tam okablowania oraz aparatury, która może obejmować aparaty elektryczne, elektroniczne, elektromechaniczne,

a nawet pneumatyczne. Zazwyczaj w szafach wykonywanych jest bardzo wiele połączeń i w zasadzie każde powinno być uwzględnione w procesie wizualnej identyfikacji. To samo dotyczy tabliczek i etykiet umieszczanych pod przyciskami, złączek, sterowników, listew zaciskowych etc.

Markery na przewody i kable zajmują kluczowe miejsce w całym systemie. Do wyboru mamy kilka rozwiązań, które pozwolą wykonać zadanie w krótkim czasie. Jeśli zdecydujemy się na model z wymienną etykietą PT, będziemy mogli uzupełnić informację dotyczącą przewodów w dogodnym dla nas momencie.



## Znakowanie w instalacjach pneumatycznych

Dla przewodów pneumatycznych mamy do wyboru dwie główne techniki znakowania. Jeżeli praca ma być wykonana na etapie przygotowywania przewodów, dobrym wyborem będą nasuwane, bezhalogenowe markery PRZ wytwarzane z materiału Zerex, niezawierającego fluoru, chloru, bromu i jodu. W przypadku już zmontowanej instalacji sprawdzą się zapinane opaski zaciskowymi elastyczne tabliczki. Piankowe etykiety samoprzylepne EPL, wysoce odporne na zarysowania i pocieranie, smary, oleje czy alkohole, będziemy z kolei mogli wykorzystać do trwałego opisywania siłowników pneumatycznych.

## Maszyny, linie produkcyjne

Trwałe i praktyczne w montażu systemy identyfikacji odgrywają bardzo istotną rolę w przypadku urządzeń wchodzących w skład nowoczesnych linii przemysłowych. Jednocześnie trudne często warunki pracy wymagają zastosowania produktów wykonanych z odpowiednio wytrzymałych materiałów.

Wyroby z serii PKS ze stali nierdzewnej spełnią najwyższe wymagania w zakresie trwałości opisów. Są odporne na ogień,

Owalny profil PO lub bezhalogenowy POZ można samodzielnie zadrukować w urządzeniach termotransferowych marki Partex.

Opisy do kabli najłatwiej jest montować przy użyciu opasek wykonanych z tworzywa lub stali nierdzewnej. Dobrze sprawdzą się tutaj wygodne profile mocowane na uchwytych (PK+, PO-068) lub płaskie elastyczne oznaczniki PPO. Te ostatnie dostępne są w wielu rozmiarach, pozwalając na wydrukowanie nawet pięciu linii tekstu, wstawienie grafiki lub zamieszczenie kodów kreskowych czy QR.

Identyfikatory na listwy zaciskowe TX w postaci pasków połączonych ze sobą pojedynczych elementów dzięki silnym zatrzaskom mocno trzymają się listew zaciskowych i wytrzymują duże wibracje.

Nie mniej istotne jest właściwe znakowanie aparatów elektrycznych. W tym przypadku potrzebujemy rozwiązania elastycznego, pozwalającego np. na zmianę wielkości etykiety w zależności od dostępnego miejsca. Rozsądnym rozwiązaniem będą wzmocnione, samoprzylepne profile z PVC (seria PPA) lub modułowy system oznaczników PS wpinanych na profil bazowy.

Istotnym kryterium doboru materiału, z którego wykonane zostaną opisy pod

przyciski i tabliczki znamionowe, jest jego trwałość i odporność na warunki zewnętrzne. Grawerowane w laminacie tabliczki PGL zapewnią dużą wytrzymałość mechaniczną. Jeśli wymagana będzie odporność na UV, wybrać można wykonany z aluminium anodowanego model PGA. Piankowo-poliestrowe etykiety EPL mogą z kolei bezawaryjnie pracować m.in w środowisku olejowym.



Tabela 1. Produkty marki Partex stosowane w instalacjach automatyki przemysłowej

Zastosowanie	Rozwiązanie	Produkt
Szafy i pulpity sterownicze	Opisywanie przewodów	PO, PT
	Znakowanie kabli	PO-068, PPQ, PK
	Opisy aparatów	PPA, PS, PL
	Identyfikacja listew zaciskowych	TX, PP+
	Tabliczki znamionowe i przyciski	EPL PGL, PGA
	Tabliczki informacyjne	UV, PGL
	Końcówki kabli i narzędzia	
Pneumatyka	Znakowanie przewodów pneumatycznych	PRZ, PHZ, PA
	Znakowanie siłowników pneumatycznych	PL, EPL
Maszyny i stanowiska zrobotyzowane	Znakowanie kabli	PKS, PM, PPQ
	Mocowanie kabli i rur	Uchwyty
	Ochrona kabli	SP, SUP
	Oznakowanie ostrzegawcze i informacyjne	UV, PGS
	Produkty wykrywalne przez detektory	PKBM, PKS, PGS



mionowe i informacyjne oraz produkty wykrywalne przez detektory. Te ostatnie znajdują szerokie zastosowanie w branży spożywczej, chemicznej i farmaceutycznej. Możemy tu wybierać spośród takich produktów, jak niebieskie opaski kablowe z opiłkami metalu PKBM (także w wykonaniu bezhalogenowym), praktycznie niezniszczalne opaski i oznaczniki PGS ze stali nierdzewnej AISI 316L. Dostępne są także stalowe oznaczniki PKS z przetłoczeniem lub stalowe tabliczki z grawerowaniem laserowym. ■

Opracowano na podstawie materiałów firmy Partex

wodę, wilgoć, korozję i mocowane do kabli za pomocą stalowych opasek lub nitów. Przezroczyste modele PM, posiadające wsuwane etykiety, możemy wykonać samodzielnie za pomocą dedykowanej drukarki Partex. Podobnie elastyczne produkty z serii PPQ mogą być zaprojektowane przez użytkownika przy użyciu oprogramowania Promark Creator.

Przemysł, maszyny, stanowiska zrobotyzowane – stosowane tutaj komponenty wymagają nie tylko trwałych systemów

oznakowania, ale niejednokrotnie także odpowiedniego mocowania i zabezpieczenia. W ramach palety produktów Partex użytkownik ma do wyboru m.in. wykonane z nylonu lub stali nierdzewnej opaski kablowe i uchwyty SSTM, cokoły, samoprzylepne obejmy, zaciski kablowe MTCC do minikanalów, zatrzaśki kablowe R oraz węże osłonowe SP i oploty SUP (dostępne także w wersji bezhalogenowej).

Ofertę produktów stosowanych w przemyśle uzupełniają tabliczki zna-



PARTEX MARKING SYSTEMS Sp. z o.o.  
ul. Małgorzatowo 1C  
87-162 Lubicz  
tel. 56 659 08 02  
www.partex.pl

# Jeden system monitoringu wiele możliwości

Ze względu na rosnące ceny energii wzrasta dynamicznie zapotrzebowanie na stosowanie automatyki, systemów monitoringu energii i procesów przemysłowych.

Ze względu na doświadczenie poparte licznymi wdrożeniami w zakresie nowoczesnej automatyki SKAMER-ACM wyrósł na lidera w systemach monitoringu energii, systemów wizualizacji procesów przemysłowych i efektywności produkcji. Przewagą firmy SKAMER to inżynierowie automatyki (projektanci, programiści, instalatorzy) i ponad 30-letnie doświadczenie w pomiarach i automatyce przemysłowej.

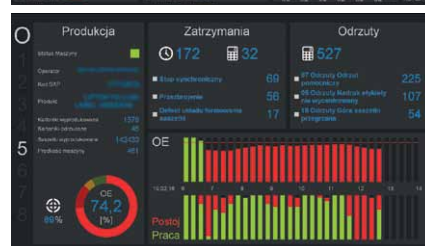
Innowacyjność jest podstawą rozwoju firmy SKAMER-ACM. Od 15 lat intensywnie działamy w kierunku poprawy efektywności energetycznej w zakładach przemysłowych. Wpisuje się to idealnie w politykę energetyczną Polski. Z roku na rok wzrasta ilość realizowanych projektów inwestycyjnych obejmujących systemy SCADA. Na bazie platformy typu SCADA – Asix.Evo powstały systemy Asix Energy i Asix OEE, a w połączeniu pracą inżynierów programistów powstają doskonałe narzędzia zarówno dla działów produkcji jak i technicznych (utrzymanie ruchu, energetyka, itp.).

Podstawową funkcją systemu monitoringu energii (Asix Energy) jest odczyt danych bieżących i archiwalnych z urządzeń pomiarowych, ich archiwizacja i wizualizacja. Dane te w przystępny sposób prezentowane są na ekranach synoptycznych bądź na pulpitanach operatorskich i menedżerskich. Dostępna jest szeroka gama obiektów graficznych, takich jak liczby, słupki, wskaźniki obrotowe, które umożliwiają dobranie sposobu prezentacji do rodzaju informacji i odbiorcy. Dzięki wspieraniu technologii mapowych GIS możliwa jest przejrzysta prezentacja opomiarowania rozległych sieci energetycznych czy zakładów na tle

diagramów mapowych z wszystkimi ich zaletami (zbliżanie i oddalanie, różnicowanie szczegółowości danych w zależności od skali mapy itp.). Monitoring efektywności produkcji to ważna funkcja systemów MES – zarządzania produkcją. Asix OEE to propozycja w zakresie monitoringu efektywności maszyn, linii i całych zakładów. Ocena produktywności maszyn, liczby, czasu trwania i przyczyn przestoju oraz strat to klucz do poprawy produktywności i konkurencyjności. Asix OEE pomaga zlokalizować i ocenić „wąskie gardła” oraz zidentyfikować główne przyczyny przestoju i braków, a przecież od tego zaczyna się proces ulepszania produkcji. Asix OEE, dzięki temu, że jest gotowym rozwiązaniem *out of the box*, może być sprawnie wdrożony i szybko przynieść korzyści. Łatwo można zlokalizować przyczynę przestoju, awarii oraz określić przyczynę zdarzeń. Ponieważ system działa w czasie rzeczywistym, można na bieżąco reagować na niezgodności. System pozwala na dokładną analizę kosztów



produkcji. Rejestruje wydajność maszyn, przestoje, zatrzymania awaryjne. Dzięki systemom realizowanym przez SKAMER-ACM użytkownik może poznać przyczyny przestoju i wad produkowanych detali. Zastosowanie systemu ma za zadanie optymalizację procesu produkcji, poprawę jakości, obniżenie kosztów, wzrost parametru OEE. Rozpoczyna się nowa jakość dzięki Przemysłowemu Internetowi Rzeczy. Co ważne, te technologie są coraz tańsze i często czas zwrotu inwestycji nie przekracza roku. Do integracji urządzeń, wdrożenia systemów typu SCADA, ERP, MES niezastąpione są nowoczesne firmy integratorskie, które z jednej strony znają technologię, a z drugiej posiadają szeroką wiedzę z zakresu systemów sterowania. Czasami barierą są protokoły komunikacyjne i ich wzajemna kompatybilność. Dlatego ważne jest, aby jedna firma czuwała nad całością zadania. Oczywiście jest otwarta platforma komunikacyjna OPC, dzięki której integracja urządzeń jest znacznie ułatwiona, ale producent urządzenia musi udostępniać serwer OPC.



SKAMER-ACM Spółka z o.o.  
ul. Rogoyskiego 26, 33-100 Tarnów  
tel. +48 14 63 23 400  
e-mail: tarnow@skamer.pl

Oddział Kraków  
ul. Kapelanka 11, 30-347 Kraków  
tel. +48 12 25 75 500  
e-mail: krakow@skamer.pl

www.skamer.pl

## EKG: pociągi jeżdżące ponad 200 km/h łączące polskie regiony i pociągi wodorowe na liniach niezelektryfikowanych to bardzo realna perspektywa

- Polska staje się jednym z globalnych liderów wprowadzania innowacji w kolejnictwie, a perspektywa połączenia wszystkich regionów kraju torami, po których kursować będą pociągi dużych prędkości, jest z każdym rokiem coraz bardziej realna - powiedział Sławomir Cyza, prezes i dyrektor zarządzający Alstom w Polsce, Ukrainie i Krajach Bałtyckich na Europejskim Kongresie Gospodarczym w Katowicach.

Infrastruktura transportowa, w tym stale zyskujące na znaczeniu kolejnictwo, była tematem jednego z pierwszych paneli dyskusyjnych na tegorocznym Europejskim Kongresie Gospodarczym. Stanowi ona swoisty krwiobieg gospodarki państwa, decydujący o jej konkurencyjności i odporności na kolejne kryzysy.

- W ciągu trzech dekad osiągnęliśmy olbrzymi postęp w jakości i dostępności kolei, w czym firma Alstom, producent powszechnie znanych, pierwszych w Polsce pociągów dużych prędkości Pendolino, miała swój znaczny udział. Wszyscy słyszeliśmy o „efekcie pendolino”, szybka i komfortowa podróż zachęciła wielu pasażerów do podróży koleją. Przed nami

jednak wciąż wiele pracy - zarówno zielona transformacja, jak i uwarunkowania geopolityczne, takie jak wojna w Ukrainie, wymuszają na rynku kolejowym ciągłe zmiany w kierunku innowacji - podkreśli Sławomir Cyza.

W ostatnim Rankingu Konkurencyjności, dokumencie przygotowywanym co pięć lat przez renomowaną organizację doradczą Eight International, Polska awansowała aż o 31 miejsc, jeśli chodzi o ocenę jakości infrastruktury transportowej. Pozytywne zmiany na polskich torach widoczne są gołym okiem - a kolejne lata przynieść mają prawdziwy technologiczny przełom.

- Polska jest piątym co do wielkości producentem wodoru na świecie. Popyt na ten rodzaj paliwa stale rośnie i wódór może stać się opłacalnym, czystym oraz ogólnodostępnym źródłem energii. Mamy realną szansę wykorzystać ten trend, szczególnie że mamy już gotowy, działający od kilku lat w ruchu pasażerskim, pierwszy na świecie pociąg wodorowy Coradia iLint - zaznaczył Artur Fryczkowski, wiceprezes i dyrektor sprzedaży i rozwoju biznesu Alstom w Polsce, Ukrainie i Krajach Bałtyckich.

Elementy tego pierwszego na świecie pociągu wodorowego, między innymi poszycia nadwozia, są produkowane w chorzowskiej fabryce koncernu. Firma

posiada w Polsce 11 zakładów i zatrudnia ponad 4 tys. pracowników, co czyni nasz kraj największym centrum produkcyjnym Alstom w Europie Środkowej i Wschodniej. Ilustruje to, jak istotnym elementem gospodarki jest kolejnictwo stanowiące jedno z jej kół zamachowych.

- Jak pokazuje doświadczenie, nowe, zwłaszcza szybkie połączenia kolejowe są impulsem do rozwoju gospodarczego regionów i kraju. Ponadto każda nowa technologia, każda innowacja przynosi kolejną - zauważył Sławomir Cyza. - Dlatego, poza wykorzystaniem wodoru, który jest dodatkowym narzędziem do walki z wykluczeniem komunikacyjnym, gdyż pociąg wodorowy może przejechać 1000 km po torach bez trakcji elektrycznej, koncentrujemy się przede wszystkim na rozwoju systemu Kolei Dużych Prędkości. Połączenie wszystkich regionów Polski pociągami pędzącymi ponad 200 km/h to nie żadna utopia, ale coraz bardziej realna perspektywa - dodał.

Europejski Kongres Gospodarczy w Katowicach to jedno z najważniejszych wydarzeń ekonomiczno-biznesowych w Polsce. W dniach 25-27 kwietnia, podczas 150 sesji z udziałem tysiąca prelegentów, poruszane były najbardziej aktualne tematy istotne dla rozwoju gospodarki kraju, regionu i całego kontynentu.

Źródło informacji: PAP MediaRoom

reklama

Które wydanie  
miesięcznika NiS  
jest dla Ciebie?

6/2022

Przemysł 4.0

7-8/2022

Systemy automatyzacji w górnictwie

9/2022

Automatyka w energetyce



# Przełączniki czasowe firmy CDC Elettromeccanica

W dzisiejszym artykule chcielibyśmy zaprezentować Państwu przełączniki czasowe firmy CDC Elettromeccanica. Pierwszą grupę stanowią wielozakresowe przełączniki z wyproszonym z tyłu pinowym układem połączeń. Zaliczamy do nich wersje elektroniczne:

- TN80, TN82;
- TB80;
- TC82, TC83, TC90, TC94;
- TY91, TY92, TY94.



Dostępne są również wersje elektromechaniczne:

- S45, S48;
- 1400, 1800, 2000, 2100.

Przełączniki mogą być zasilane w szerokim zakresie napięcia – 12 V AC, 24 V AC/DC, 48 V AC/DC, 115 V AC oraz 230 V AC. Posiadają skalę z pokrętelem do ustawiania czasu działania, szeroki zakres funkcji czasowych oraz wyjścia przełącznikowe. Dostępne zakresy czasowe od 0,5 s do 120 h. Seria TY posiada sygnalizację dźwiękową osiągnięcia zadanego zakresu czasowego oraz pamięć ustawionego czasu. Do każdego z nich można zamówić gniazdo do podłączenia przewodów.

Kolejną grupę przełączników czasowych firmy CDC Elettromeccanica, stanowią wersje przystosowane do montażu na szynie DIN i zaliczamy do nich następujące modele:

- TU56, TU93;
- TV49, TV51, TV52, TV56;
- TZ12, TZ24.



Podstawowe funkcje czasowe oraz dostępne zakresy napięcia zasilania są podobne, a wybór funkcji i zakresu czasowego odbywa się za pomocą pokręteł znajdujących się z przodu urządzenia. Dostępne zakresy czasowe od 1 s do 10 h.

reklama

**ENKODERY  
RESOLWERY  
STEROWNIKI  
BEZPIECZNIKI  
TACHOPRĄDNIC**

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

W ofercie firmy CDC Elettromeccanica znajdziemy jeszcze timery przemysłowe, wykonujące jedną lub więcej czynności w ustalonych odstępach czasu, uruchamiając lub wyłączając urządzenia. Do tej grupy zaliczamy modele:

- TC40, TD40, TX40.

Urządzenia zasilane są napięciem 24 V AC/DC lub 115–230 V AC. Posiadają dwa wyjścia przekaźnikowe, a działanie urządzenia można ustawić w zakresie czasowym do 9999 h. Programowanie odbywa się za pomocą przycisków umieszczonych z przodu urządzenia. Niewielkie wymiary



timerów przemysłowych oraz bardzo prosty montaż i obsługa przez użytkownika pozwalają na bardzo szeroki zakres ich wykorzystania w różnych aplikacjach.

Serdecznie zapraszamy Państwa do zapoznania się ze szczegółową ofertą firmy TERM, która znajduje się pod adresem [www.term.pl](http://www.term.pl).



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

### WYDARZENIA

#### Amazon upraszcza tworzenie cyfrowych bliźniaków

Amazon Web Services (AWS) wdraża usługę, która według przedstawicieli spółki przyspieszy i ułatwi tworzenie cyfrowych bliźniaków.

IoT TwinMaker ułatwia integrację danych ze źródeł, takich jak czujniki i aplikacje biznesowe, łącząc je w celu stworzenia grafu wiedzy, który pozwala modelować rzeczywistą aplikację. Amazon twierdzi, że umożliwi to znacznie większej liczbie osób korzystanie z cyfrowych bliźniaków w celu tworzenia aplikacji, które odwzorowują rzeczywiste systemy i mogą poprawić wydajność operacyjną oraz skrócić przestoje.

– Sensory wykorzystywane przez urządzenia, budynki oraz procesy przemysłowe wciąż mnożą się i generują ogromne ilości danych – powiedział Michael MacKenzie, dyrektor generalny IoT w AWS. – Klienci coraz chętniej wykorzystują je do optymalizacji swoich operacji i procesów, a jednym ze sposobów na to jest wykorzystanie cyfrowych bliźniaków. Pokutuje jednak przeświadczenie, że tworzenie cyfrowego bliźniaka i niestandardowych aplikacji jest trudne, czasochłonne i zbyt drogie w utrzymaniu.

Usługa IoT TwinMaker umożliwia użytkownikom gromadzenie informacji z różnych źródeł, w tym z platformy chmurowej Siemens MindSphere. Tworzy graf wiedzy, który łączy i analizuje relacje

między połączonymi źródłami, a także pozwala w czasie rzeczywistym aktualizować cyfrowego bliźniaka o dane z modelowanego systemu.

Użytkownicy mogą importować istniejące modele 3D w celu tworzenia wizualizacji fizycznego systemu i nakładania na nią informacji z wykresu wiedzy, co pozwala wykreować właściwy model cyfrowego bliźniaka. Po jego zrealizowaniu można wygenerować aplikację internetową, która wyświetla model na urządzeniach wykorzystywanych przez operatorów i inżynierów utrzymania ruchu w celu monitorowania i kontrolowania operacji. Deweloperzy mogą skonfigurować reguły ostrzegające operatorów w przypadku wykrycia anomalii i wyświetlać je w ramach trójwymiarowej reprezentacji zakładu, pomagając w podejmowaniu szybkich decyzji dotyczących konserwacji predykcyjnej.

Źródło: [drivesncontrols](http://drivesncontrols)

#### Robotyczny gryzoń przyjdzie z pomocą

Podczas gdy naukowcy stworzyli już roboty eksplorujące ciasne przestrzenie oparte na morfologii węży i karaluchów, spoglądają teraz w stronę szczurów również bardzo biegłych w przeciskaniu się przez wąskie otwory i pokonywaniu nierównego terenu. Dzięki temu powstał ich pierwszy robotyczny odpowiednik w postaci robota SQuRo.

Mała czworonożna konstrukcja jest opracowywana w Chińskim Instytucie Technologii w Pekinie przez zespół kierowany przez profesora Qing Shi.

Wzorowany na rozmiarach i budowie ciała szczura norweskiego (*rattus norvegicus*), robot posiada dwa stopnie swobody w każdej z czterech nóg oraz po dwa w talii i głowie. Ta konfiguracja odtwarza długi, elastyczny kręgosłup prawdziwego szczura, umożliwiając szybkie zginanie ciała i wykonywanie zwinnych obrotów.

SQuRo wykazuje minimalny promień skrętu wynoszący zaledwie 0,48 długości ciała, co jest znacznie lepszym wynikiem niż osiąganym przez inne czworonożne roboty zbudowane w podobnej skali. Konstrukcja waży przy tym zaledwie 220 g, mogąc przenosić ładunek w postaci kamer lub innych czujników o łącznej masie 200 g.

Robot jest w stanie wyprostować się po upadku, przeciskać przez korytarze o nieregularnych kształtach wąskich na 90 mm, pokonywać przeszkody o wysokości do 30 mm i utrzymywać stabilny chód podczas wspinania się na piętnastostopniowe wzniesienia. Jego ruchy są kontrolowane przez wbudowany mikroprocesor, który automatycznie przełącza się pomiędzy czterema podstawowymi trybami ruchu w odpowiedzi na wykrytą siłę reakcji pokonywanego podłoża.

Źródło: [newatlas](http://newatlas)

Hansford Sensors

# Nowa seria iskrobezpiecznych akcelerometrów trójosiowych Premium

**H**ansford Sensors – globalny lider w monitorowaniu drgań – oferuje teraz nową serię iskrobezpiecznych akcelerometrów trójosiowych Premium. Czujniki typu HS-173I z wodoodpornym kablem poliuretanowym (PUR) wyposażone są teraz w metalowy wąż ochronny. Nowe połączenie kablowe zapewnia zwiększoną wytrzymałość na ściskanie, uderzenia i rozciąganie, co jest niezwykle istotne zwłaszcza w strefach zagrożonych wybuchem.



Nowe wykonanie, z wężem ochronnym, dostępne jest zarówno z wyjściem bocznym HS-173I, jak w walcowej konstrukcji z wyjściem górnym jako HS-173IR. Obydwa wykonania są certyfikowane do użytku w strefach iskrobezpiecznych z certyfikatem europejskim, amerykańskim i australijskim. Zakres dostępnych czułości roboczych wynosi od 10 mV/g, poprzez typowe 100 mV/g do 500 mV/g, a stopień ochrony dostępny jest do IP68 oraz różne



gwinty montażowe. Trójosiowe akcelerometry są w stanie jednocześnie mierzyć drgania w trzech osiach, zapewniając jedno zintegrowane wyjście do szybkiej i dokładnej analizy, stanowiąc idealne rozwiązanie do zastosowań, w których wymagany jest wieloosiowy pomiar drgań. Zapraszamy na naszą stronę [hansfordsensors.pl](http://hansfordsensors.pl), gdzie oferujemy pełen asortyment iskrobezpiecznych czujników trójosiowych. Jeśli masz dodatkowe pytania, skontaktuj się z naszym biurem w Polsce.



**Hansford Sensors Sp. z o.o.**  
 ul. Łukasza Górnickiego 13 G  
 31-234 Kraków  
 tel. 12 410 67 47  
 tel. kom. 606 824 871  
[biuro@hansfordsensors.pl](mailto:biuro@hansfordsensors.pl)  
[www.hansfordsensors.pl](http://www.hansfordsensors.pl)

reklama

## CZUJNIKI I SYSTEMY MONITOROWANIA



*Czujniki drgań*



*Skrzynki przetwornicowe i połączeniowe*



*Moduły i przekaźniki*



*Akcesoria*



[HansfordSensors.pl](http://HansfordSensors.pl)

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

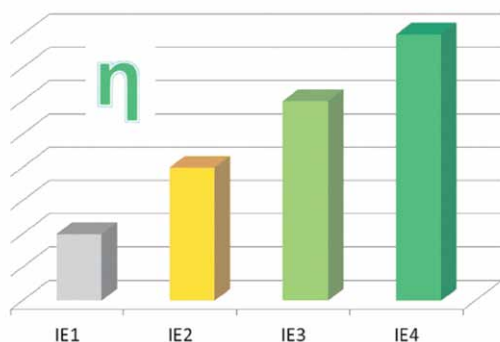
Adam Owczarzy

Ogólnosiwiatowy trend ograniczania emisji szkodliwych gazów, będących skutkiem ubocznym procesów wytwarzania energii (np. z węgla), jest głównym bodźcem do poszukiwania nowych źródeł energii (m.in. źródła odnawialne) oraz ulepszania aktualnych urządzeń i procesów przemysłowych w celu ograniczenia zużycia produkowanej energii. Dodatkowym czynnikiem determinującym ww. działania jest znaczący wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w stosunku do możliwości wytwórczych.

Uwzględniając, że około 50% energii elektrycznej wyprodukowanej w Polsce wykorzystywane jest przez układy napędowe z silnikami elektrycznymi, zastosowanie energooszczędnych układów napędowych z silnikami elektrycznymi o wysokiej sprawności może przynieść znaczące efekty w ograniczaniu ww. negatywnych skutków rozwoju naszego kraju przy jednoczesnym zapewnieniu wymiernych oszczędności dla użytkownika.

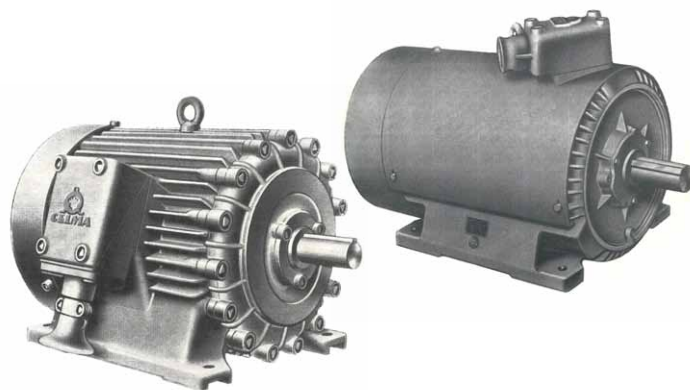


Do roku 2021 wymagania odnośnie do minimalnego poziomu sprawności silników wprowadzanych na rynek EU nie obejmowały swoim zakresem silników przeciwwybuchowych, dla których jedynym obligatoryjnym aspektem konstrukcji było zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa dla użytkowników w strefie zagrożonej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



Nowe Rozporządzenie Komisji Europejskiej 2019/1781 & 2021/341 wprowadza rewolucyjne zmiany w powyższym zakresie. Od 1 lipca 2021 r. wszystkie silniki przeciwwybuchowe, za wyjątkiem silników górniczych przeznaczonych do eksploatacji w podziemiach kopalń oraz silników budowy wzmocnionej, muszą spełniać wymagania dla klasy sprawności IE3.

CELMA INDUKTA SA to wieloletni producent szerokiej gamy trójfazowych silników elektrycznych, w tym silników o konstrukcji przeciwwybuchowej przeznaczonych dla



przemysłu górniczego i chemicznego. Pierwsze silniki naszej produkcji do stref zagrożonych wybuchem zostały wprowadzone do produkcji w latach 50. ubiegłego wieku.

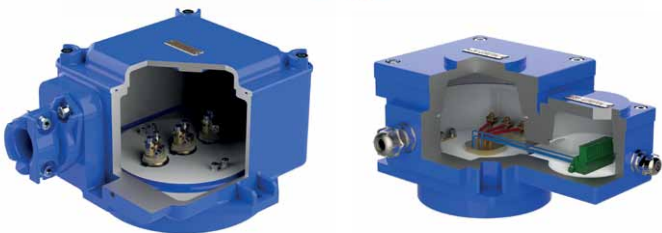
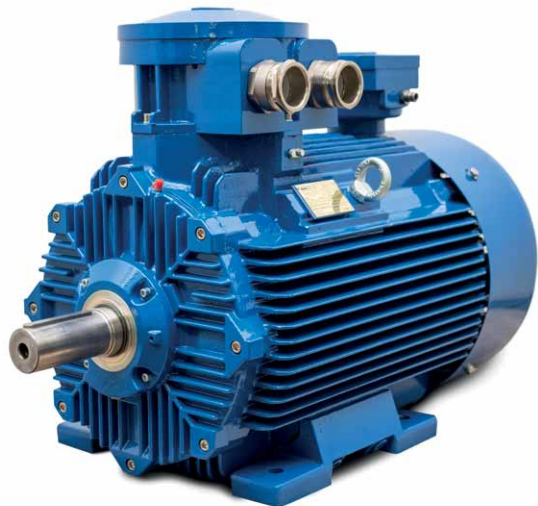
Uwzględniając ponad 50-letnie doświadczenie w produkcji silników Ex oraz biorąc pod uwagę nowe wymagania w zakresie minimalnego poziomu sprawności wynikające z Rozporządzenia Komisji (UE) 2019/1781 & 2021/341, CELMA INDUKTA SA zaprojektowała od podstaw, a następnie zaatestowała nową serię silników ognioszczelnych Ex db (eb) z zakresu 90–315, przeznaczonych dla przemysłu chemicznego w klasie sprawności IE3 – serię **(E)cSTe(b)**.

Konstrukcja silników nowej serii **(E)cSTe(b)** została opracowana w oparciu o najnowsze światowe trendy w zakresie silników przeciwwybuchowych oraz przy uwzględnieniu sugestii naszych Klientów zgłaszanych do poprzedniej serii (E)cSg:

- dopuszczenie do grupy gazowej IIC (spełnia wymagania również dla grupy IIA i IIB) z klasą temperaturową T5 lub niższą;
- bezstykowe uszczelnienia węzłów łożyskowych dla zakresu wielkości 160–315;
- unowocześnione węzły łożyskowe dla zapewnienia wysokiej żywotności łożysk;
- połączenia śrubowe tarcz łożyskowych z kadłubem;
- dostępne wykonanie z oddzielną skrzynką pomocniczą dla wyposażenia dodatkowego (np. czujniki temperatury, grzałki itd.);



reklama

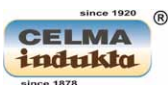


- zoptymalizowany układ chłodzenia, pozwalający na ograniczenie temperatur uzwojenia i łożysk, a tym samym podwyższenie czasu MTTF (średni czas do wystąpienia uszkodzenia);
- szerokie spektrum wyposażenia dodatkowego (niezależne chłodzenie, enkoder, hamulec itd.) oraz odmian wykonań (do zasilania z przemiennika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

Silniki posiadają aktualne dopuszczenia wg międzynarodowych wymagań dla urządzeń przeciwwybuchowych. ■



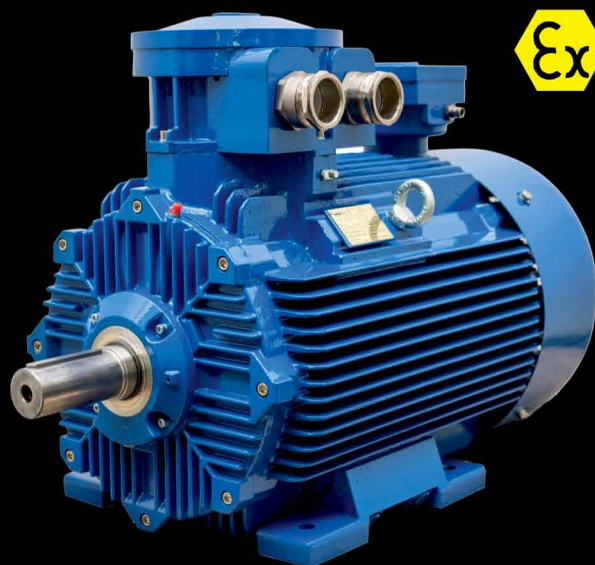
mgr inż. Adam Owczarzy, Celma Indukta S.A. (Grupa Cantoni)



CANTONI MOTOR SA  
ul. 3 Maja 28  
43-400 Cieszyn  
tel. 33 813 87 00  
e-mail: motor@cantonigroup.com  
www.cantonigroup.com

DEMANDING APPLICATIONS ENERGY GLOBAL  
DRIVING OUR MOTORS - YOUR SUCCESS  
IDEA YOUR POWER OF EXPERIENCE  
DEMANDING BUSINESS TECHNOLOGICAL  
PROFESSIONAL CHALLENGING PROJECTS  
APPLICATIONS IN THE ENERGY

**Cantoni**  
GROUP



Poznaj nową serię  
silników przeciwwybuchowych  
ognioszczelnych  
w klasie sprawności IE3  
**(E)cSTe(b)**  
produkcji Celma Indukta S.A.



OUR MOTORS - YOUR SUCCESS MORE ENERGY  
DRIVING MOST DEMANDING APPLICATIONS  
INTO YOUR ENERGY GLOBAL PRESENCE  
ENERGY BUSINESS POWER OF EXPERIENCE  
WWW.CANTONIGROUP.COM

# Wymagania i zalecenia instalacyjne zasilaczy UPS

Michał Przybylski

Z względu na coraz większą powszechność wykorzystywania przez nas urządzeń elektrycznych, elektronicznych i informatycznych współczesne społeczeństwa funkcjonalnie w pełni uzależniły się od dostaw energii elektrycznej. Najbardziej zalecanym sposobem zapewnienia poprawności i ciągłości zasilania urządzeń wrażliwych jest zastosowanie systemów zasilania gwarantowanego UPS. W wielu przypadkach układy te (zasilacze UPS) są bardzo ważnymi elementami systemu zasilania, umożliwiającymi prawidłowe funkcjonowanie zabezpieczanych odbiorników, dlatego tak bardzo istotne jest, aby sama instalacja, jak również miejsce zainstalowania zasilacza UPS były wykonane w sposób prawidłowy i zgodny z zaleceniami producenta.

## Wymagania odnośnie do pomieszczenia instalacji zasilacza

Przy wyborze miejsca instalacji UPS-a należy wziąć pod uwagę masę urządzenia wraz z dodatkowymi modułami lub stojakami bateryjnymi (**należy uwzględnić dopuszczalne obciążenie stropów**) oraz przewidzieć trasę komunikacyjną, jaką zasilacz będzie musiał pokonać do miejsca jego instalacji, aby uniknąć przeszkód w postaci schodów, progów lub zbyt wąskich korytarzy i otworów drzwiowych.

Zasilacz powinien być usytuowany w pomieszczeniu wydzielonym (**ochrona przed dostępem osób postronnych**), w którym zapylenie, temperatura i wilgotność są zgodne ze specyfikacją producenta danego urządzenia. Z uwagi na dopuszczalne zakresy pracy akumulatorów (baterie wykazują optymalną wydajność i żywotność w zakresie temperatur pracy od 15°C do 25°C) zalecana temperatura w pomieszczeniu powinna mieścić się w tym przedziale. **Użytkownikom akumulatorów w podwyższonych**

**temperaturach powoduje bardzo znaczne skrócenie ich żywotności. Żywotność zmniejsza się o połowę na każdy trwały wzrost temperatury o 8°C powyżej znamionowej temperatury pracy.** Oznacza to, że akumulator eksploatowany w 33°C zachowa 50%, a w 41°C tylko 25% projektowanej żywotności. Oprócz zapewnienia w pomieszczeniu odpowiedniej temperatury, z uwagi na wodór w powietrzu, który może tworzyć mieszaninę wybuchową, wymagane jest zapewnienie sprawnej wentylacji pomieszczenia z akumulatorami (wentylacja naturalna – grawitacyjna lub wymuszona), zapewniającej prawidłową wymianę powietrza. Niezbędny przepływ powietrza wentylującego pomieszczenie podawany jest w wytycznych instalacyjnych danego modelu zasilacza.

Do prawidłowej pracy zasilacza muszą być zapewnione odpowiednie warunki chłodzenia urządzenia. Z tego powodu **otwory wentylacyjne zasilacza muszą być bezwzględnie odsłonięte**, a odległość między zasilaczem a innymi obiektami powinna być zachowana zgodnie z podanymi odległościami znajdującymi się w wytycznych instalacyjnych.

Pomimo tego, że zasilacze UPS są urządzeniami zaprojektowanymi na kilkanaście lat pracy ciągłej, niektóre elementy (takie jak akumulatory, wentylatory czy kondensatory elektrolityczne) muszą być wymieniane podczas eksploatacji zasilacza, dlatego też w celach serwisowo-przeładowych należy zapewnić również **odpowiedni dostęp do samego urządzenia, jak i stojaka bateryjnego.** Będzie to miało wpływ na skrócenie czasu podczas przeglądu serwisowego dzięki łatwieszemu dostępowi do akumulatorów podczas wykonywania ich pomiarów.

Dodatkowo w instalacji zasilania gwarantowanego UPS oprócz samego zasilacza **rekomendowane jest zastosowanie**



Fot. 1. Przykładowy widok wnętrza zasilacza po zalaniu

**zewnętrznego układu bypass.** Korzyści wynikające z jego zastosowania to:

- możliwość szybkiego przełączenia z układu zasilania gwarantowanego (z UPS) na zasilanie bezpośrednio z linii energetycznej (miejskiej) bez konieczności przepinania przewodów;
- w przypadku wykonywania przeglądów okresowych lub obsługi serwisowej zasilacza UPS (testy zasilacza wykonywane są na niezależnym obciążeniu);
- brak układu *bypass* wymusza powstanie przerw w zasilaniu układów odbiorczych na czas przeglądów lub prac serwisowych.

### Najczęstsze błędy podczas wyboru miejsca instalacji zasilacza

Do najczęstszych błędów, spotykanych podczas przyjazdu serwisu na instalację zasilacza, związanych z wyborem miejsca jego lokalizacji można zaliczyć poniższe:

Wyznaczone miejsce instalacji zasilacza UPS znajduje się bezpośrednio pod klimatyzatorem. Takie rozwiązanie niesie ze sobą potencjalne **zagrożenie uszkodzenia zasilacza UPS na skutek awarii klimatyzatora** (woda kapiąca bezpośrednio na zasilacz UPS). Oprócz klimatyzatora takie samo zagrożenie (zalanie UPS-a) stwarza obecność w pomieszczeniu rur wodno-kanalizacyjnych.

Przeciwskazaniem do wyboru lokalizacji instalacji zasilacza są również pomieszczenia, które mogą zostać zalane



Fot. 2. Przykład instalacji zasilacza z układem bypass

poprzez wody gruntowe i deszczowe. Przykład wnętrza zasilacza uszkodzonego na skutek takiego zalania przedstawia

fotografia 1. Kolejnym często spotykanym błędem jest pomieszczenie bez klimatyzacji, co skutkuje pracą zasilacza wraz z akumulatorami w podwyższonej temperaturze, na skutek czego skraca się żywotność baterii.

Dlatego, aby w pełni cieszyć się z długiej i bezawaryjnej pracy zasilacza UPS oraz zminimalizować koszty związane z przedwczesną wymianą np. akumulatorów (praca w zbyt wysokich temperaturach), należy przestrzegać zaleceń dotyczących wymogów instalacyjnych udostępnianych przez producentów zasilaczy UPS. ■

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



www.ever.eu

reklama

# EVER<sup>IoT</sup> - system monitorowania parametrów środowiska

## Z dokładnym pomiarem...

- zachowasz najwyższą jakość i trwałość produktów
- zarejestrujesz i przeanalizujesz udokumentowane dane
- otrzymasz powiadomienie o bieżącym zagrożeniu
- ograniczysz straty i zminimalizujesz kosztowne reklamacje
- zachowasz zgodność z aktualnymi standardami rynkowymi



JAK TO DZIAŁA

**DZWOŃ**  
**+48 696 053 244**

**www.ever.eu/iot**  
**iot@ever.eu**

# Przełączniki Ethernet innowacją w dystrybucji danych w przemyśle

Rozwiązania IIoT na dobre zadomowiły się w przemyśle. Inteligentne czujniki pomagają optymalizować coraz więcej procesów, czuwają nad predykcyjnym utrzymaniem ruchu i generują oszczędności. Teraz połączenie czujników w sprawnie działający system jest łatwiejsze niż kiedykolwiek – z pomocą przychodzą przełączniki Ethernet do zastosowań obiektowych, których montaż jest prosty i nie wymaga budowy szaf sterowniczych.

## Brak postępu to regres

Rosnąca niepewność na rynku powoduje, że wiele firm postrzega obecne czasy jako niesprzyjające inwestycjom. Bardziej skłaniamy się w kierunku oszczędności. Najłatwiejszą oszczędnością zdaje się być wstrzymanie inwestycji w nowe technologie. Ale brak postępu technologicznego w branży przemysłowej oznacza regres. Warto brać przykład od liderów innowacji i rozważyć wdrożenie bardziej nowoczesnego podejścia do utrzymania ruchu. Jak podkreśla Aleksandra Banaś, prezes zarządu ifm electronic, lidera na rynku czujników dla przemysłu:

– Wielu spośród naszych klientów przekonało się, że oszczędności można generować długofalowo, skupiając się na stałym monitoringu stanu maszyn, urządzeń oraz procesów. Z pomocą przychodzą im rozwiązania Przemysłowego Internetu Rzeczy (*Industrial Internet of Things* – IIoT), który staje się jednym z podstawowych elementów efektywnych procesów produkcyjnych. Coraz bardziej doceniamy wykorzystanie czujników i urządzeń pomiarowych do gromadzenia informacji o poszczególnych procesach produkcyjnych i ich parametrach.

Urządzenia IIoT, stale zyskujące na popularności, dostarczają informacje algorytmom sztucznej inteligencji analizującym dane w czasie rzeczywistym, dzięki czemu zakład ma szansę prowadzić adekwatną strategię *predictive maintenance*, która może już w krótkim czasie przynieść mierzalne efekty w postaci np. zmniejszenia liczby nieplanowanych przestojów, wynikających z przedwczesnego zużycia narzędzi lub usterek. Urządzenia IIoT pozwalają również kontrolować lokalizację pojazdów autonomicznych, pracowników czy monitorować czynniki środowiskowe panujące w fabryce. IIoT wykorzystuje się również do optymalizacji zużycia energii – np. analizując ruch w fabryce i instalując czujniki ruchu w miejscach, gdzie ruch ten jest mniejszy i które nie są stale uczęszczane. Bez IIoT nie byłoby też możliwe budowanie modeli *digital twin* fabryk, linii produkcyjnych i produktów – a repliki fizycznych obiektów są tym precyzyjniejsze, im mają lepszy dostęp do dobrych danych.

## W drodze do doskonałości systemu

O zaletach rozwiązań IIoT nikogo nie trzeba przekonywać, jednak – jak podkreśla Aleksandra Banaś – z ich wykorzystaniem mogą wiązać się pewne problemy:

– W warunkach przemysłowych często dużym wyzwaniem jest połączenie coraz większej liczby czujników w sprawnie i pewnie działający system. System taki musi działać jak sprawnie naoliwiona maszyna, tylko wtedy możliwe jest takie połączenie technologii informacyjnej z operacyjną, które zagwarantuje spójność systemów w zakresie automatyzacji i optymalizacji, ale też lepszą dostępność danych odnoszących się do poszczególnych obszarów.

W pierwszej kolejności automatyzowane są procesy kluczowe i w tym obszarze Internet Rzeczy łączy urządzenia, które samodzielnie zbierają, udostępniają i przetwarzają dane. Do jego działania niezbędny jest sprzęt, na który składa się system czujników, telefonów czy komputerów, bezprzewodowa lub przewodowa łączność, oprogramowanie do zarządzania systemem i jego bezpieczeństwem, ale także szereg usług, które ułatwiają współpracę różnym strukturom. Kolejne procesy, dodatkowe mierzone parametry i dalsze pomiary wymagają takiego połączenia całości, żeby system dostarczał pełnego obrazu na temat całokształtu zdarzeń. W praktyce wiąże się to z kosztowną budową dodatkowych szaf sterowniczych zawierających kolejne, dokładane switche. Proces skomplikowany, czasochłonny i w wielu przypadkach zbędny, bowiem coraz częściej dostępne są na rynku switche do montażu polowego, których wykorzystanie nie niesie ze sobą konieczności budowania całych szaf.

## Przełączniki Ethernet do zadań specjalnych

Wśród nowości produktowych, które stanowią efektywne wsparcie w obszarze komunikacji przemysłowej, na szczególną uwagę zasługują przełączniki Ethernet, które są przeznaczone do montażu polowego i dopasowane do szerokich zastosowań obiektowych. 6-portowy przełącznik Ethernet jest kompatybilny z wszystkimi powszechnie stosowanymi protokołami



automatyki oraz użyciem IIoT o dużej elastyczności zastosowania, z zasilaniem szeregowym lub bez. Przełącznik nadaje się do maszyn mobilnych dzięki wyższemu napięciu robocznemu i zakresowi temperatur, a jego solidna obudowa powoduje, że stanowi on opcję dopuszczoną do kontaktu z żywnością. Moduły Ethernet są doskonałym wyborem nawet w najbardziej wymagającym środowisku: materiały i metody produkcji są identyczne jak w przypadku kabli łączeniowych EVC, co daje pełną gwarancję wykorzystania sprawdzonych i wytrzymałych materiałów.

### Jak działają przełączniki Ethernet

Zdecentralizowane moduły pełnią rolę węzłów sieciowych pomiędzy urządzeniami w terenie. Są one połączone bezpośrednio poprzez wytrzymałe i niezawodne kable przyłączeniowe M12. Zastosowanie kabli przyłączeniowych EVC w technologii *ecolink* zapewnia szczególnie wytrzymałe połączenie i tym samym niezawodny transfer danych. Złącze M12 zapewnia o wiele bezpieczniejsze połączenie niż wtyczka RJ-45, zwłaszcza poza szafą sterowniczą. Zapytany o zalety i korzyści, jakie dają klientowi przełączniki Ethernet, Piotr Szopiński, kierownik działu technicznego ifm electronic, wyjaśnia:

– Przełączniki Ethernet stanowią doskonałe uzupełnienie rodziny masterów IO-Link oferowanych przez ifm electronic.

Charakteryzują się tą samą konstrukcją, konfiguracją portów i standardowymi złączami M12. Nadają się również do maszyn mobilnych, a dzięki zwiększonemu zakresowi temperatur i napięcia, a także wysokiej odporności na wibracje i wstrząsy znajdują również zastosowanie w trudnych środowiskach. Z kolei homologacja E20 oznacza, że produkt nadaje się także do stosowania poza pojazdami. Dużym atutem modułów Ethernet jest również ich proste zasilanie.

– Rozwiązania takie, jak przełączniki Ethernet, stanowią ważny składnik rozwiązań Industry 4.0 i cieszymy się, że spotykają się z uznaniem coraz większej grupy zadowolonych klientów. Jestem pewna, że to innowacyjne rozwiązanie na stałe zadomowi się w inteligentnych fabrykach. Naprawdę warto zwrócić uwagę na jego niezawodność, prostotę i opłacalność wdrożenia w porównaniu z klasycznymi przełącznikami – podsumowuje Aleksandra Banaś.

ifm electronic Sp. z o.o.  
ul. Węglowa 7  
40-105 Katowice  
tel. 32 705 64 00  
e-mail: [info@ifm.com.pl](mailto:info@ifm.com.pl)  
[www.ifm.com.pl](http://www.ifm.com.pl)

reklama

## Niezawodna dystrybucja danych: Przełączniki Ethernet do zastosowań obiektowych



- 6-portowy przełącznik Ethernet kompatybilny z wszystkimi powszechnie stosowanymi protokołami automatyki oraz zastosowaniami IIoT
- Elastyczne zasilanie, z zasilaniem szeregowym lub bez
- Nadaje się do maszyn mobilnych dzięki wyższemu napięciu robocznemu i zakresowi temperatur
- Solidna obudowa, dostępna opcja dopuszczona do kontaktu z żywnością



ifm electronic sp. z o.o., Węglowa 7, 40-105 Katowice  
Globalny producent aparatury automatyki przemysłowej

[ifm.com.pl](http://ifm.com.pl)  
[info@ifm.com.pl](mailto:info@ifm.com.pl)  
+48 32 70 56 400

# Jak zakres ugięcia sprężyn krążkowych wpływa na ich wydajność

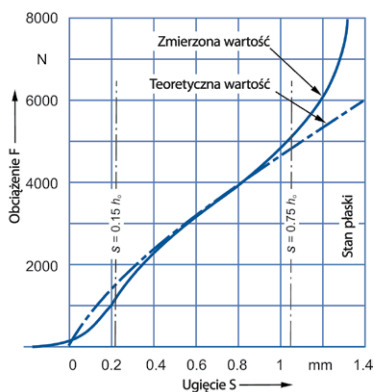
John Leckfor

Sprężyny krążkowe są podkładkami w kształcie stożka zaprojektowanymi tak, aby działały w przewidywalny i powtarzalny sposób. Można stosować je do przykładania obciążenia statycznego, gdy jest ono niemal stałe, lub w sytuacjach dynamicznych, gdy jest do nich wielokrotnie przykładane i usuwane. Zrozumienie, w jaki sposób charakterystyka obciążenia wpływa na ich działanie, jest kluczowe dla prawidłowego zaprojektowania systemu wykorzystującego sprężyny krążkowe.

Sprężyny, w odróżnieniu od innych elementów montażowych, mają za zadanie uginać się i magazynować energię mechaniczną. Ugięcie sprężyny krążkowej jest przewidywalne, co pozwala na oszacowanie jej cyklu życia po zamontowaniu jej w zespole.

Optymalną wydajność sprężyny krążkowej uzyskuje się, gdy stopień ugięcia roboczego utrzymywany jest na poziomie 15–75% pełnego ugięcia. To właśnie w tym zakresie zmierzone wyniki najbardziej odpowiadają teoretycznej charakterystyce sprężyn krążkowych (patrz rys. 1).

Zmierzona krzywa charakterystyki w dolnym zakresie (poniżej 15% pełnego ugięcia) odbiega od krzywej teoretycznej z powodu obecności naprężeń resztkowych. W środkowym zakresie krzywej, odpowiadającym zakresowi normalnej pracy sprężyny krążkowej, wartość zmierzona i teoretyczna są bardzo podobne. W miarę wzrastania wartości ugięcia powyżej 75% pełnego ugięcia ramię momentu siły spada, a odchylenie od wartości teoretycznej gwałtownie wzrasta. Z tego powodu przewidywalność siły/ugięcia jest ograniczona do zakresu normalnej pracy sprężyny krążkowej.

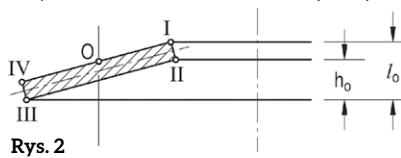


Rys. 1. Norma EN 16983, Grupa 2, Seria B 50 x 25,4 x 2 (dawniej DIN 2093)

## Żywotność krążka

### Obciążenie statyczne

Obciążenie statyczne definiuje się jako przenoszenie stałego obciążenia lub obciążenia zmieniającego się w stosunkowo długich odstępach czasu, nie częściej niż co 10 000 cykli w założonym okresie eksploatacji. W zastosowaniach statycznych najwyższa obliczona wartość naprężenia w połowie rozpiętości górnej powierzchni sprężyny krążkowej



Rys. 2

jest krytyczna (patrz punkt 0 na rys. 2). W tym punkcie najwyższa obliczona wartość naprężenia nie powinna przekraczać przybliżonej wytrzymałości na rozciąganie materiału (1400–1600 N/mm<sup>2</sup>), gdy sprężyna znajduje się w pozycji płaskiej. Standardowych sprężyn krążkowych można używać przy obciążeniu statycznym bez wykonywania obliczeń teoretycznych, jeśli stopień ugięcia jest utrzymywany poniżej 75% całkowitego ugięcia.

### Obciążenie dynamiczne

Obciążane dynamicznie sprężyny krążkowe można podzielić na dwie ogólne kategorie:

1. Ograniczona trwałość zmęczeniowa, w przypadku której sprężyny krążkowe wytrzymują od 10 000 do 2 000 000 cykli.
2. Wysoka trwałość zmęczeniowa, w przypadku której sprężyny krążkowe są w stanie wytrzymać ponad 2 000 000 cykli.

W celu zwiększenia trwałości zmęczeniowej sprężyn krążkowych można stosować procesy takie jak kulkowanie. Kulkowanie indukuje korzystne naprężenia ściskające na powierzchni krążka, zmniejszając rozprzestrzenianie się pęknięć.

Resztkowe naprężenia rozciągające wynikające z produkcji występują na górnej krawędzi wewnętrznej średnicy krążka, patrz punkt 1 na rys. 2.

W trakcie pracy to naprężenie rozciągające przechodzi w naprężenie ściskające. Poprzez to odwrócenie naprężeń trwałość zmęczeniowa drastycznie spada. Utrzymywanie sprężyny krążkowej pod stałym obciążeniem wstępnym przy minimum 15% ugięciu eliminuje to odwrócenie naprężeń i wydłuża żywotność sprężyny krążkowej.



### Znaczenie obciążenia wstępnego i końcowego

#### Obciążenie wstępne

Wstępne obciążenie sprężyny krążkowej pełni dwie role:

1. W sprężynach krążkowych bez przyłożonego obciążenia szczątkowe naprężenie rozciągające z produkcji występuje w pokazanym na rys. 2 punkcie I. Wstępne obciążenie krążka zmienia naprężenie rozciągające w punkcie I na naprężenie ściskające. Utrzymanie górnej części krążka pod naprężeniem ściskającym zmniejsza ryzyko rozprzestrzeniania się pęknięć. Wahania pomiędzy naprężeniem rozciągającym a ściskającym znacznie ograniczają trwałość zmęczeniową sprężyny krążkowej. Sprężyna krążkowa musi zostać wstępnie obciążona do minimum 15% całkowitego ugięcia w celu wyeliminowania naprężeń rozciągających.

2. Sprężyna krążkowa osiada, gdy początkowo przyłożona siła równomiernie rozłoży się na jej obwodzie. Sprężyny krążkowe nie są w 100% symetryczne, więc w momencie osadzenia podczas obciążenia wstępnego występuje niewielki wzrost siły. Chociaż ten wzrost siły można przewidzieć, nie jest on uwzględniany w obliczeniach siły/ugięcia.

#### Obciążenie końcowe

Zwiększenie obciążenia końcowego skutkuje zwiększeniem naprężenia w sprężynie krążkowej, powodując mniejszą trwałość zmęczeniową. Jak w przypadku każdego elementu konstrukcyjnego, mniejsze ugięcie skutkuje mniejszym naprężeniem i dłuższą żywotnością. Obciążenie sprężyny krążkowej powyżej 75% całkowitej wartości ugięcia powoduje przekroczenie odcinka liniowego krzywej wydajności (patrz rys. 1), a naprężenia mogą wzrastać w sposób nieliniowy, prowadząc do szybkiej utraty odporności zmęczeniowej. Im mniejsze obciążenie końcowe spełniające wymagania konstrukcji, tym większa trwałość zmęczeniowa.


Trwałość zmęczeniową można zwiększyć poprzez zmniejszenie ugięcia sprężyny krążkowej. Jeśli wymagany jest dodatkowy przesuw, sprężyny krążkowe można organizować w stosy, aby zapewnić większe ugięcie bez zwiększania naprężeń na każdym z krążków, co prowadzi do zwiększenia trwałości zmęczeniowej.

#### Podsumowanie

Zakres ugięcia sprężyny krążkowej determinuje przewidywalność jej działania i wytrzymałość.

W przypadku obciążenia statycznego nie jest konieczne wykonywanie teoretycznych kalkulacji naprężenia, pod warunkiem, że stopień ugięcia nie przekracza 75% pełnego ugięcia sprężyny krążkowej. Ugięcia o wyższych wartościach powodują duże naprężenia, które prowadzą do utraty siły sprężyny. Zrozumienie wpływu zakresu ugięcia na żywotność sprężyny krążkowej jest kluczem do określenia jej trwałości zmęczeniowej.

Wytyczne zawarte w niniejszym dokumencie mają charakter ogólny, dlatego też w celu spełnienia wymagań wydajnościowych w przypadku każdego konkretnego zespołu zalecamy konsultować się z inżynierami ds. wdrożeń, którzy specjalizują się w projektowaniu i opracowywaniu specyfikacji dla sprężyn krążkowych. ■

 John Leckfor, inżynier ds. wdrożeń  
SPIROL International Corporation, USA



info-pl@spirol.com  
SPIROL.com

reklama

# SPIROL®

Od 1948!

## SPRĘŻYNY DYSKOWE ZGODNE Z DIN 16983 (wcześniej DIN 2093)

### Dostępne od ręki!

- *Jeszcze dłuższa trwałość*
- *Wysokie obciążenia przy małych średnicach – oszczędność miejsca*
- *Łączenie w pakiety umożliwia szeroki wybór stosunku obciążenia do ugięcia*
- *Stała wydajność przy obciążeniu obliczeniowym*
- *Różnorodność pakietów, by sprostać wymaganiom twojej aplikacji*



Inżynierowie **SPIROL** pomogą Ci w stworzeniu niezawodnych rozwiązań łączenia i montażu.  
Skontaktuj się z nami już dziś!

Zgodne z:  
IATF 16949  
ISO 9001

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

## Międzynarodowe wiodące Targi Inteligentnej Automatyki i Mechatroniki **automatica**

Nowości: nowe zagadnienia, nowe wyzwania, nowi wystawcy – to wszystko nas czeka na najbliższej edycji Targów **automatica** w Monachium.

Już za kilka tygodni zapraszamy do wizyty na Międzynarodowych Targach Inteligentnej Automatyki i Mechatroniki – **automatica**, które odbędą się w dniach 21.06.–24.06.2022 r.

Co dwa lata kluczowi gracze i decydenci spotykają się w Monachium na najważniejszej platformie dla zautomatyzowanych procesów produkcyjnych. Tym razem z powodu pandemii przerwa była dłuższa, stąd też z jeszcze większym zainteresowaniem oczekujemy czerwcowej edycji.

Główne hasła tematyczne tegorocznych Targów to:

- transformacja cyfrowa;
- sztuczna inteligencja;
- ludzie i maszyny;
- zrównoważona produkcja.

Targi **automatica** to miejsce spotkań pionierów, wizjonerów, przedsiębiorców i ekspertów technologicznych. Uwaga Targów będzie skoncentrowana na najnowszych trendach, rozwiązaniach i technologiach dla automatyki i mechatroniki ze wszystkich gałęzi przemysłu. Targi **automatica** to obowiązkowe miejsce dla wszystkich, którzy chcą skutecznie inwestować w przyszłą technologię, i tych, którzy chcą, aby ich produkcja stała się szybsza, bardziej elastyczna i bezpieczna.

Przedstawiciele wszystkich gałęzi znajdą ciekawe rozwiązania dla swojej produkcji, m.in. z takich branż, jak: motoryzacja, elektronika, obróbka metalu oraz plastiku, farmacja, medycyna, opakowania, przemysł lotniczy, spożywczy, chemicznego, logistyka, obróbka drewna i papieru, IT. Sześć hal wystawowych



czeka na Państwa z ofertą wystawców z wielu krajów świata. W tym roku oprócz głównych graczy na rynku pojawi się także wiele nowych firm.

Bilet na Targi online tutaj:

<https://automatica-munich.com/en/visitors/ticket-vouchers/>

Targom **automatica** będzie towarzyszył bogaty program ramowy, na który składać się będą konferencje, fora, prezentacje i dyskusje z wybitnymi liderami ze świata nauki, polityki i świata korporacyjnego, parki demonstracyjne. Oprócz tematów znanych z poprzednich edycji będzie szereg nowych propozycji.

Na przykład więcej uwagi zostanie skierowane na sztuczną inteligencję. Targi **automatica** pokażą, jak sztuczna inteligencja toruje sobie drogę do praktycznych zastosowań w procesach automatyzacji. Prognozy liderów tych technologii przewidują, że w okresie około 5 lat kontrolę nad zakładami produkcyjnymi, maszynami, infrastrukturą krytyczną znacznie przejmować sztuczna inteligencja. Aby tak się stało, musi postępować cyfryzacja wszystkich elementów uczestniczących w procesie produkcyjnym. Stworzenie cyfrowej sieci zapewniającej szybki przesył danych to znaczący krok do tego, by procesy te były sterowane znacznie wydajniej w sposób w pełni zautomatyzowany. Szereg wystawców, jak np. Festo, Schunk, Onrobot, już na najbliższej **automatica** zademonstruje zastosowanie inteligentnych systemów w standardowych komponentach procesu produkcji.





MESSE  
MÜNCHEN



reklama

Innym godnym uwagi tematem jest zrównoważona produkcja, która ma zapewnić optymalne wykorzystanie surowców i ochronę środowiska. Na Targach zobaczymy przykłady, jak automatyzacja produkcji może wpłynąć na ochronę zasobów, gwarantując jednocześnie korzyści producentom. Nowoczesne technologie mogą zapewnić ogromne oszczędności poprzez zastosowanie procesów produkcyjnych przyjaznych środowiskowo i redukujących zużycie energii i surowców. Producenci robotów, jak Fanuc czy Staubli, pracują nad wydłużaniem życia swoich robotów, unowocześnianiem ich w czasie okresu ich pracy, aby mogły służyć ponad 20 lat, co również optymalizuje wykorzystanie zasobów. Innym trendem jest stosowanie lżejszych materiałów, co z kolei przyczynia się do mniejszego zużycia energii. Targi pokażą nam, czy redukcja wagi osiągnięta zostanie poprzez stosowanie lekkich metali, jak aluminium, magnez, tytan, czy też kompozytów wzmocnionych włóknami.

Targi pokażą w tym roku dużą liczbę robotów, a celem ich dostawców będzie maksymalne uproszczenie ich obsługi. Coboty wyposażone będą w proste opcje programowe, do obsługi których nie będą wymagane szczególne umiejętności. Obsługa cobotów stanie się przystępna, a to z kolei zapewni ich powszechne zastosowanie. Będzie to stanowić postęp w integracji człowieka i maszyny. ■

 **automatica**

Szczegóły programu ramowego są dostępne tutaj:  
[www.automatica-munich.com/en/supporting-program/overview/](http://www.automatica-munich.com/en/supporting-program/overview/)

Dodatkowe informacje na temat Targów, uczestnictwa w nich, wstępu są dostępne w:

**Biurze Targów Monachijskich w Polsce**  
tel. +48 22 850 20 42, e-mail: [info@targiwmonachium.pl](mailto:info@targiwmonachium.pl)  
lub na stronie Targów: [www.automatica-munich.com](http://www.automatica-munich.com)

Zdjęcia: Messe München

# How much real production exists in the virtual world?



FIND ALL ANSWERS HERE.  
**AUTOMATICA 2022**

 **automatica**

The Leading Exhibition for Smart Automation and Robotics

**June 21–24, 2022 | Munich**

[automatica-munich.com](http://automatica-munich.com)



Robotics + Automation

Information: Biuro Targów Monachijskich w Polsce  
Tel. +48 22 620 4415, [info@targiwmonachium.pl](mailto:info@targiwmonachium.pl)

Międzynarodowe Targi EXPO KATOWICE, 6–9 września 2022 r.

# Targi źródeł energii

Rośnie zainteresowanie Międzynarodowymi Targami EXPO KATOWICE – Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego, jakie odbędą się w dniach od 6 do 9 września br. w Międzynarodowym Centrum Kongresowym i na terenach sąsiadujących z katowickim „Spodkiem”. Współgospodarzem Targów jest miasto Katowice.

**W**arto podkreślić, że Targi, organizowane niemal od czterech dekad, będą jedyną w Europie specjalistyczną prezentacją oferty dedykowanej dla przemysłu wydobywczego, ze szczególnym uwzględnieniem maszyn oraz technik i technologii górniczych. Mimo wielu trudności i problemów, z jakimi mierzy się branża wydobywcza, Targi utrzymały prymat wiodącej ekspozycji na naszym kontynencie.

Aktualnie udział w Targach zgłosiło ponad 200 firm z 10 krajów, w tym z Polski, Belgii, Czech, Francji, Niemiec, Słowacji, Słowenii, Stanów Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii i Włoch. Największe ekspozycje zaprezentują m.in.: Famur, Joy (Komatsu), Carboautomatyka, Huta Łabędy, KGHM oraz grupy narodowe z Czech i Wielkiej Brytanii.

Wzrost zapotrzebowania na prąd i ciepło zarówno ze strony przemysłu, jak i indywidualnych odbiorców powoduje, że wykorzystanie wyłącznie paliw kopalnianych jako źródeł energii staje się niewystarczające. Zmiany strukturalne zachodzące w kopalnictwie oraz polityka dekarbonizacji spowodowały, że Targi stały się bardziej „zielone”. Zyskały szerszą formułę i nowe, profesjonalne segmenty wystawiennicze. Pod wiodącą nazwą Międzynarodowe Targi EXPO KATOWICE, w tym samym miejscu i terminie, odbędą się Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego z ofertą maszyn i urządzeń dla branży wydobywczej. Targi EcoDom zaprezentują maszyny,



urządzenia i technologie dedykowane wykorzystaniu energii słonecznej, wiatrowej, wodnej, geotermalnej i wodorowej. Targi B2Energy przedstawia rozwiązania z zakresu elektroniki, automatyki i robotyki, a Targi Maszyn i Urządzeń gościć będą producentów i dystrybutorów pojazdów budowlanych i utrzymania ruchu, pojazdów specjalistycznych, maszyn i urządzeń recyklingu oraz innych rozwiązań dla szeroko pojętego przemysłu, w tym Przemysłu 4.0.

– Dzięki tym zmianom – mówi Iwona Gramatyka, Prezes Zarządu EXPO Katowice SA – najbliższa edycja Targów stała się wystawienniczą prezentacją synergii nowoczesnego przemysłu wydobywczego, transformacji energetycznej, czystych technologii i odnawialnych źródeł energii. Propozycja polskiego mixu energetycznego, przedstawiona w Katowicach, dedykowana dla przemysłu, będzie zarazem ekologiczną ofertą obniżenia kosztów energii i ciepła dla indywidualnych odbiorców.

Zgodnie z wieloletnią tradycją Międzynarodowe Targi EXPO KATOWICE to również miejsce licznych spotkań biznesowych, konferencji i sympozjów.

W bogatej agendzie Targów na szczególną uwagę zasługuje tradycyjny konkurs dla wystawców „Innowacyjny Produkt & Technologie EXPO KATOWICE” oraz „Innowacje w Przemśle EXPO KATOWICE” skierowany do młodzieży akademickiej i naukowych kół studenckich. Współorganizatorem obu





konkursów jest miesięcznik naukowo-techniczny „Napędy i Sterowanie”. Honorowy patronat nad wydarzeniami objął Minister rozwoju i technologii. Z uwagi na interdyscyplinarny zakres przedsięwzięcia do Kapituły Konkursu zaproszono marszałka województwa śląskiego, wojewodę śląskiego, prezydenta miasta Katowice, Polską Agencję Rozwoju i Przedsiębiorczości, Wyższy Urząd Górniczy, Główny Instytut Górnictwa, KGHM Polska Miedź SA, Jastrzębską Spółkę Węglową SA, Polską Grupę

Górnictw SA, Lubelski Węgiel „BOGDANKA” SA, TAURON Polska Energia SA, Polską Grupę Energetyczną, Akademię Górniczo-Hutniczą, Politechnikę Śląską, Centrum Naukowo-Produkcyjne EMAG, Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla oraz Instytut Techniki Górniczej KOMAG. ■

Pełna informacja o wydarzeniach towarzyszących Targom dostępna jest na [www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl) oraz [www.expo-katowice.com](http://www.expo-katowice.com)

reklama

**6-9 WRZEŚNIA 2022**

MIĘDZYNARODOWE CENTRUM KONGRESOWE W KATOWICACH

# MIĘDZYNARODOWE TARGI EXPO KATOWICE

TARGI GÓRNICZWA, PRZEMYSŁU ENERGETYCZNEGO I HUTNICZEGO

TARGI ECODOM

TARGI B2ENERGY

TARGI MASZYN I URZĄDZEŃ

**Platforma synergii: nowoczesnego górnictwa, transformacji energetycznej, czystych technologii, odnawialnych źródeł energii i elektromobility.**



Organizator: EXPO Katowice S.A.  
[www.expo-katowice.com](http://www.expo-katowice.com)



Współgospodarz: Miasto Katowice

# Możliwość wykorzystania SEM maszyny ze wzbudzeniem od magnesów trwałych do diagnostyki wibracyjnej

Marcin Barański

## 1. Wstęp

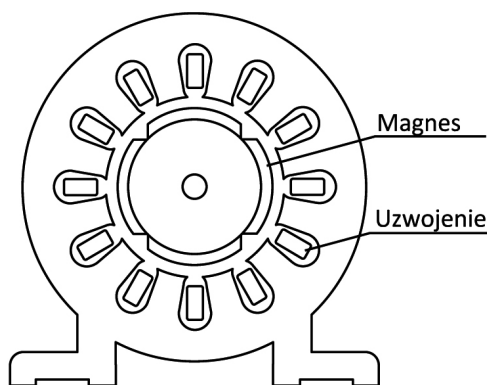
Koncepcja wykorzystania maszyny ze wzbudzeniem od magnesów trwałych pojawiła się jakiś czas temu. Podczas jednego z testów takiego urządzenia zauważono właściwość polegającą na generowaniu się napięcia pod wpływem wibracji pochodzących z zewnętrznego źródła.

Analizując to zjawisko, dostrzeżono analogię między maszyną PM a elektrodynamycznym czujnikiem drgań. Magnesy umieszczone są w ułożyskowanym wirniku, uzwojenie pełni rolę cewki pomiarowej, czułość jest zależna od liczby zwojów uzwojenia, a zasilanie ze źródła zewnętrznego jest zbędne [1, 2].

## 2. Sens wykorzystania maszyny jako czujnika

Wykonując diagnostykę drganiową, należy wziąć pod uwagę poprawność zamocowania przetwornika drgań do maszyny. Nierzadko pojawiają się przy tym trudności, gdyż fabrycznie maszyna nie jest przygotowana do tego celu. Sposób montażu ma także wpływ na przenoszony zakres częstotliwości sygnału pomiarowego. Trzeba również zwrócić szczególną uwagę na odseparowanie obwodu pomiarowego od źródeł potencjalnych zakłóceń.

Aplikacje, w skład których wchodzi maszyna PM, są często tak wykonane, że maszyna ulokowana jest w niedostępnych miejscach (elektrownie wiatrowe, małe elektrownie wodne itp.). Bezpośredni pomiar wibracji za pomocą czujników bywa więc często niemożliwy. W tych okolicznościach należy użyć innego sposobu pomiaru, bez konieczności stosowania sensorów [3, 4].



Rys. 1. Maszyna PM

**Streszczenie:** W artykule zaprezentowano wyniki badań pokazujące możliwość wykorzystania SEM maszyn z magnesami trwałymi do diagnostyki wibracyjnej. Przedstawiono właściwość polegającą na indukowaniu się składowej periodycznej SEM pod wpływem czynników zewnętrznych, np. drgań. Opisano wyniki testów przeprowadzonych na stole wibracyjnym. Przedstawiono przebiegi czasowe prędkości drgań, napięć indukowanych wraz z analizą częstotliwościową – zarówno dla maszyny będącej w spoczynku, jak również napędzanej. Przedstawiono częstotliwości odpowiadające konkretnym stanom niepożądanym w maszynie PM, które udało się do tej pory wyselekcjonować autorowi.

Słowa kluczowe: maszyna elektryczna, magnesy trwałe, diagnostyka, wibracje

## POSSIBILITY OF USING THE SEM OF PM MACHINE FOR VIBRATION DIAGNOSTICS

**Abstract:** The results of research which demonstrate the possibility of using SEM of machines with permanent magnets for vibration diagnostics. Specific structural properties of PM machines are used by this method – electromotive force (EMF) generated due to vibrations. The results of tests which were made with use of vibration table was described. The waveforms of vibration velocity, induced voltages and frequency analysis are presented - for both states: machine was at rested and driven. Frequencies corresponding to specific undesirable conditions accruing in the PM machine, which the author has been able to select so far, are presented.

Keywords: electrical machine, permanent magnets, diagnostics, vibrations

## 3. Badania laboratoryjne

Badania wykonano z wykorzystaniem stołu wibracyjnego, w którym wymuszenie drgań następuje w sposób mechaniczny (rys. 2). Zmiana częstotliwości drgań następuje poprzez zmianę częstotliwości zasilania wibratora. Natomiast zmianę amplitudy można osiągnąć poprzez zmianę masy niewyważonej.

Do badań wykorzystano generator PM typu PM<sub>zsg</sub>132M-12 o mocy  $S_N = 3$  kW.



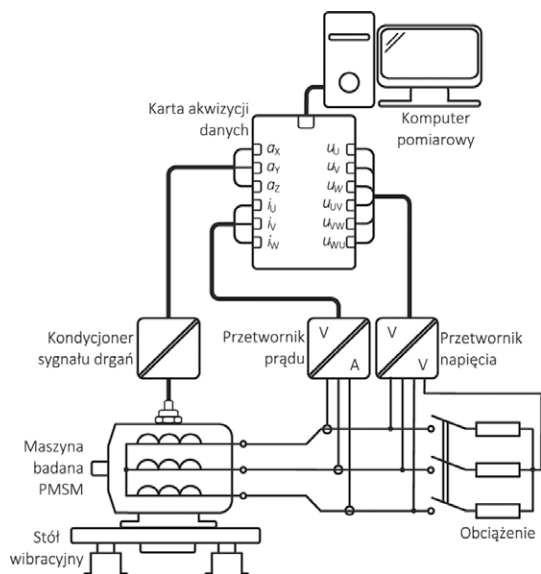
# DAŻYMY DO NAJWYŻSZEJ JAKOŚCI



## FHP 500

Filtr wysokociśnieniowy, dostępny m.in. w opcji z zaworem zwrotnym na wyjściu lub zaworem przepływu wstecznego. Zaprojektowany specjalnie do wysokociśnieniowych zastosowań mobilnych lub przemysłowych. Ciśnienie robocze do 420 barów (6092 psi), natężenie przepływu do 630 l/min (166 gpm).





Rys. 2. Schemat pomiarowy

Na rysunkach 3–4 umieszczono przebiegi czasowe prędkości drgań zarejestrowane w trzech osiach, przebiegi czasowe napięć międzyfazowych, a także częstotliwościowe widma tych sygnałów. Rejestracje dokonano podczas badań na stole wibracyjnym. Maszyna nie była zasilana ani napędzana, zaciski były otwarte. Zastosowano wymuszenie stałe o częstotliwości  $f = 50$  Hz.

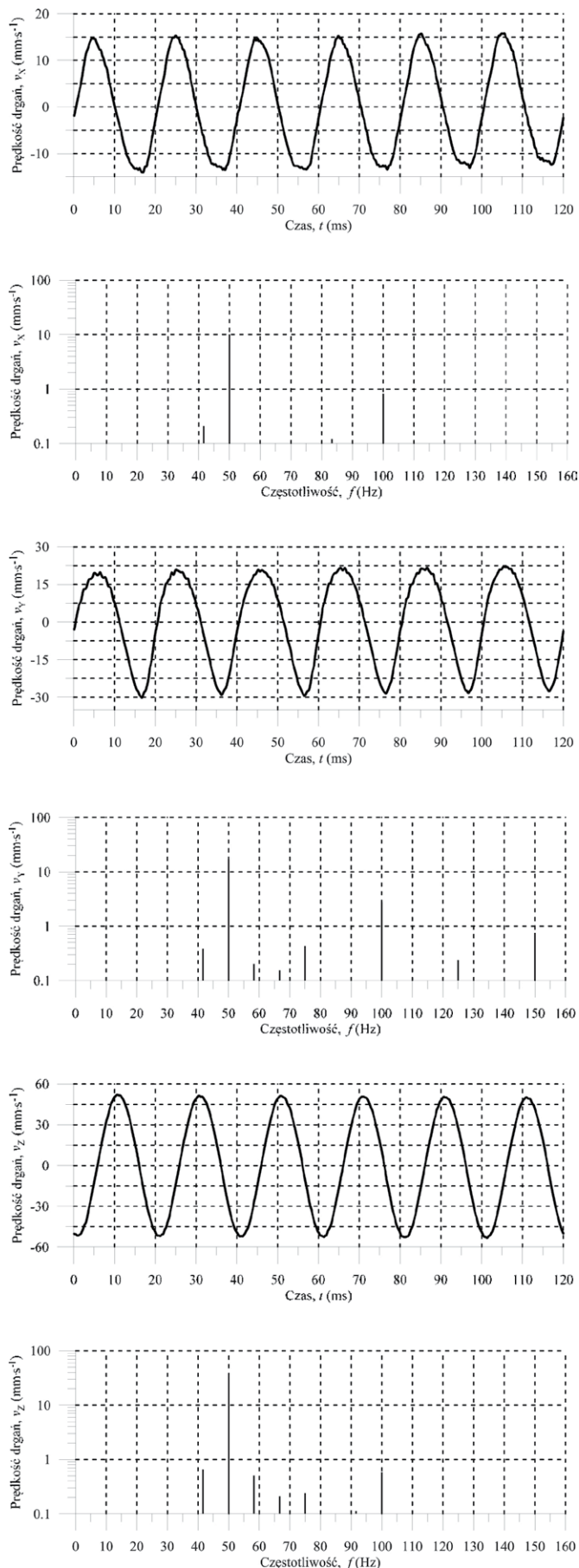
Analizując przebiegi, można zauważyć, iż przy usytuowaniu maszyny PM z otwartymi zaciskami na stole wibracyjnym przy wymuszeniu jednostajnym indukują się sygnały napięć, które można zarejestrować, a ich podstawowe harmoniczne są tożsame z pierwszymi harmonicznymi sygnałów drganiowych zarejestrowanych przy użyciu czujników drgań.

Na rysunkach 5–6 umieszczono przebiegi czasowe prędkości drgań, międzyfazowych napięć oraz widma częstotliwościowe tych sygnałów, zarejestrowanych podczas badań na stole wibracyjnym. Maszyna podczas testów była napędzana, zaciski były otwarte. Wymuszeniem były drgania ustalone o częstotliwości  $f = 40$  Hz, prędkość obrotowa  $n = 600$  obr./min.

Analizując rysunki 5–6 oraz wartości zebrane w tabeli 1, można zauważyć, że przy drganiach stołu o częstotliwości  $f = 40$  Hz w napięciu indukowanym w generatorze wokół podstawowej harmonicznej  $f_{H01} = 60$  Hz pojawiają się częstotliwości  $f = 20$  Hz oraz  $f = 100$  Hz (prążki po 40 Hz od podstawowej harmonicznej w jedną i drugą stronę – częstotliwości od prędkości obrotowej wibratora po obu stronach podstawowej harmonicznej badanej maszyny).

Tabela 1. Wartości skuteczne napięcia międzyfazowego dla poszczególnych składowych

Składowa napięcia	Brak wymuszenia	Wymuszenie $f = 40$ Hz	Wzrost
	mV	mV	%
$U_{UV 20}$	< 1,0	14,7	> 1370
$U_{UV 100}$	1,8	58,3	3139



Rys. 3. Przebiegi czasowe prędkości drgań oraz widma częstotliwościowe



# Elastyczny interfejs I/O™ dla wybitnych

## - idealny do szerokiej gamy zastosowań przemysłowych

Siłownik LINAK® I/O zapewnia pełną kontrolę nad wymaganymi funkcjami. Dzięki nieskończonym możliwościom modyfikacji możesz szybciej przejść od świetnego pomysłu do efektywnego działania. Opcje wejść umożliwiają perfekcyjne dostosowanie i sterowanie siłownikiem elektrycznym, podczas gdy dane wyjściowe dają bezcenny wgląd w wydajność aplikacji.



Idea



I/O actuator™



Operation

### Paleta zaawansowanych funkcji dla Twojej aplikacji

Instalując konfigurator Actuator Connect™ na swoim komputerze zyskasz wiele dostępnych opcji konfiguracyjnych, które pomogą Ci dostosować rozwiązanie w zakresie ruchu do Twoich wymagań i bezproblemowo zintegrować je z Twoją aplikacją.



#### Adjust movement:

Zdecyduj w jaki sposób chcesz sterować siłownikami z pełną elastycznością i różnymi rodzajami sterowania. Wybierz opcje, wirtualne limity i regulowaną prędkość.



#### Diagnostics:

Unikaj niepotrzebnych przestojów swojej aplikacji dzięki opcji zaawansowanego rozwiązywania problemów.



#### Monitor:

Popraw wydajność siłownika używając danych w czasie rzeczywistym, aby uzyskać wgląd w informacje dotyczące interakcji poszczególnych komponentów.



#### Parallel:

Zsynchronizuj ruch równoległy bez konieczności stosowania skomplikowanego okablowania czy skrzynek sterujących.



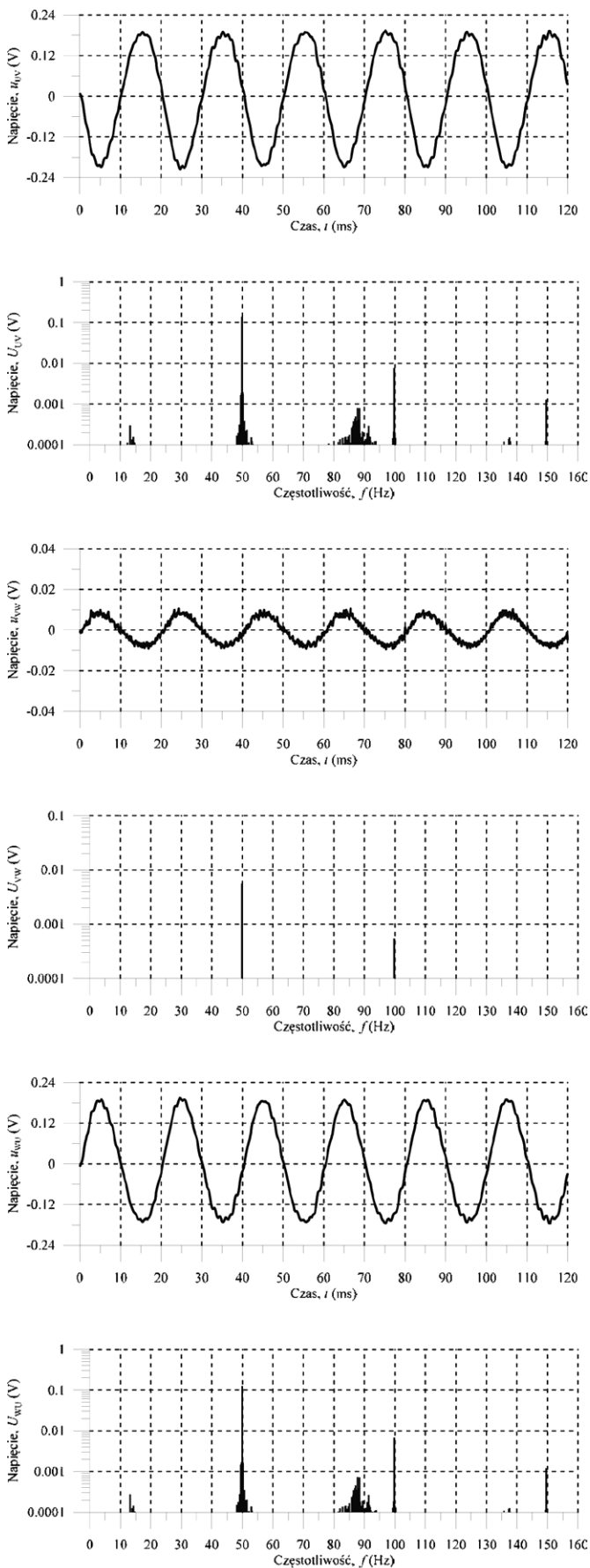
#### Position feedback:

Uzyskaj szybkie i łatwe odczyty pozycji, aby osiągnąć optymalną wydajność swojej aplikacji.

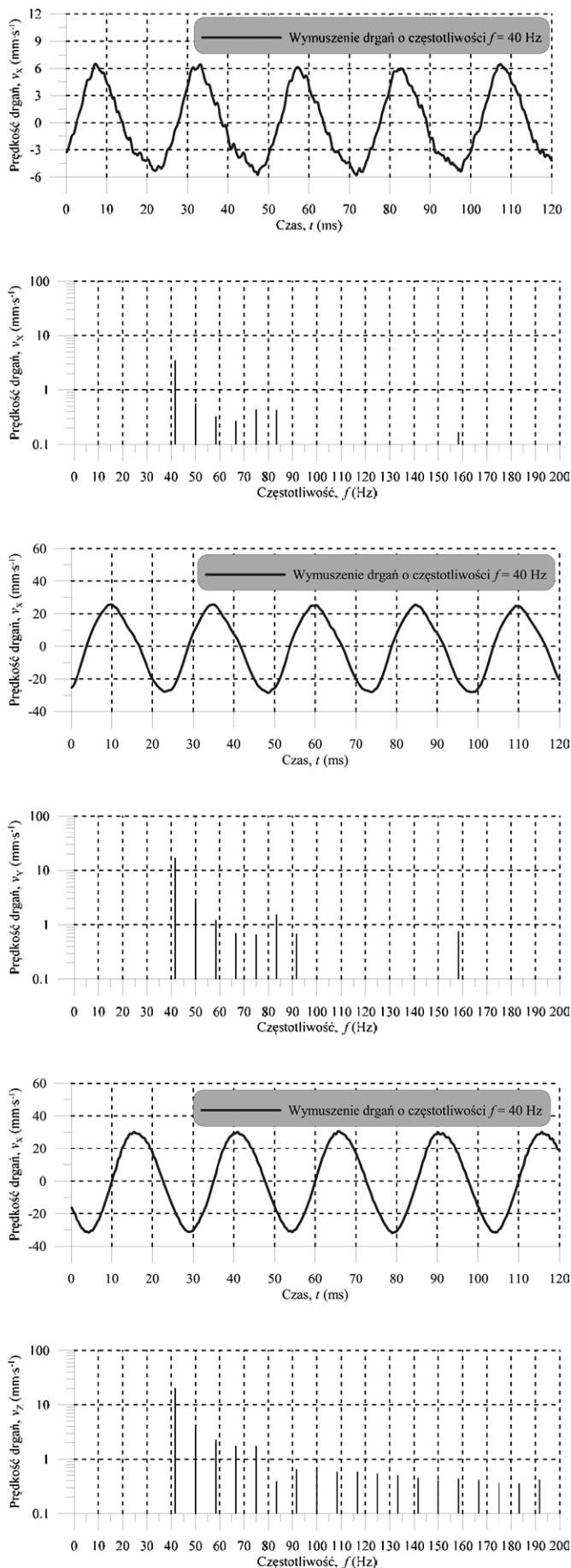


#### Protection:

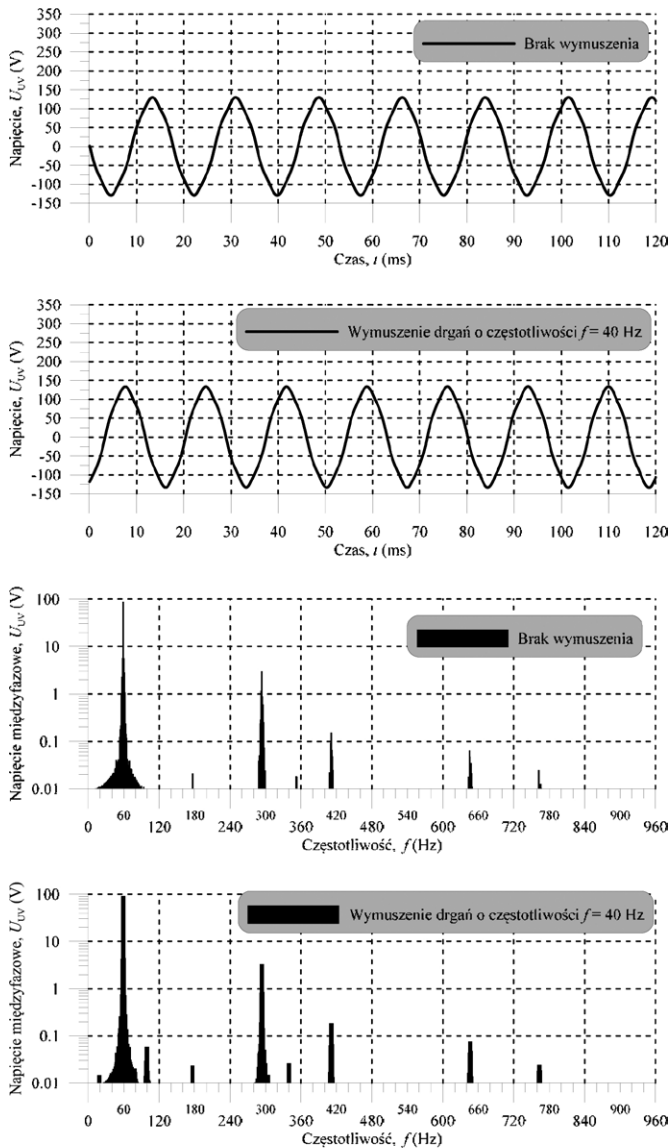
Zdecyduj czy siłownik powinien posiadać ograniczenia, aby chronić Twoją aplikację.



Rys. 4. Przebiegi czasowe napięcia m-faz oraz widma częstotliwościowe



Rys. 5. Przebiegi czasowe prędkości drgań oraz widma częstotliwościowe podczas napędzania maszyny



Rys. 6. Przebiegi czasowe napięcia m-faz oraz widma częstotliwościowe podczas napędzania maszyny

## 5. Podsumowanie

Podczas badań laboratoryjnych maszyny PM przy użyciu stołu wibracyjnego zaobserwować należy fakt generowania się mierzalnego sygnału pomiarowego, który posiada podobieństwo do sygnału pochodzącego z czujnika drgań. Również w przypadku testów z napędzanym generatorem zauważyć należy, iż w zarejestrowanym sygnale pojawiają się harmoniczne, które mogą zostać użyte do celów diagnostycznych. Istnieje zatem możliwość wykorzystania maszyny PM do analizy drganiowej [5].

Zaletą przedstawionego sposobu diagnostyki drgań w maszynach PM jest to, że układ pomiarowy nie wymaga stosowania czujników. Obwód wzbudzenia i uzwojenie twornika są bowiem równocześnie czujnikiem pomiarowym drgań. Metoda bazuje na analizie częstotliwościowej sygnałów maszyny – prąd i/lub napięcie. Pomiary można przeprowadzać podczas normalnej eksploatacji [6].

Dotychczasowe badania laboratoryjne wykonane przez autora pozwoliły na wyodrębnienie częstotliwości, których wzrost można przypisać do następujących awarii:

- asymetria obciążenia generatora lub zasilania silnika

$$f_k = (2k-1) \frac{n \cdot p}{20} \quad (1)$$

- asymetria szczeliny powietrznej

$$f_{k1} = k \cdot f - \frac{(p-1)f}{p} \quad (2)$$

$$f_{k2} = 2k \cdot f \quad (3)$$

- niewyważenie

$$f_1 = \frac{(p-1)f_{H01}}{p} \quad (4)$$

$$f_2 = \frac{(p+1)f_{H01}}{p} \quad (5)$$

gdzie:

$f_1, f_2$  – szukane częstotliwości;

$f_{k1}, f_{k2}$  – szukane częstotliwości dla  $k$ -tej składowej;

$f_k$  – szukane  $k$ -te częstotliwości;

$f_{H01}$  – częstotliwość pierwszej harmonicznej badanej maszyny,

$p$  – liczba par biegunów;

$k$  – liczba naturalna;

$n$  – prędkość obrotowa.

## Literatura

- [1] BARAŃSKI M.: *Nowa metoda wykrywania drgań spowodowanych niewyważą – diagnostyka generatorów z magnesami trwałymi*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2014.
- [2] BARAŃSKI M.: *Diagnostyka drganiowa generatorów wzbudzanych magnesami trwałymi – nowa metoda wykrywania drgań spowodowanych niewyważą*. „Przegląd Elektrotechniczny” 2014.
- [3] BARAŃSKI M.: *Vibration diagnostic method of permanent magnets generators – detecting of vibrations caused by unbalance*, IEEEExplore, 2014.
- [4] BARAŃSKI M., JAREK T.: *Analysis of PMSM vibrations based on Back-EMF measurements*, IEEEExplore, 2014.
- [5] BARAŃSKI M., DECNER A., POLAK A.: *Selected Diagnostic Methods of Electrical Machines Operating in Industrial Conditions*, IEEE TDEI, 5/2014.
- [6] SZYMANIEC S.: *Pomiary drgań względnych w silnikach elektrycznych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 82/2009.

✉ Marcin Barański, KOMEL, Katowice

artykuł recenzowany

# Wyznaczanie rozkładów temperatury, gradientów temperatury oraz naprężeń termicznych w zaworze wylotowym pokrytym warstwą nagaru

Aleksander Hornik

## 1. Wstęp

Intensywny rozwój współczesnych napędów pojazdów samochodowych odbywa się głównie w dwóch kierunkach. Pierwszym z nich są pojazdy napędzane silnikami wyłącznie elektrycznymi, gdzie energię niezbędną do napędu pojazdu czerpie się z baterii akumulatorów. Wadą tego typu napędu są nadal:

- ograniczony zasięg;
- niedostateczna liczba punktów ładowania;
- ciężar samych akumulatorów w stosunku do ich pojemności elektrycznej;
- wysoka cena zakupu pojazdu (duży koszt wyprodukowania akumulatora).

Drugim kierunkiem, nie mniej obiecującym w rozwoju pojazdów, stały się samochody z napędem hybrydowym spalinowo-elektrycznym. Dzięki ulepszaniu zarówno elementów układu napędowego, jak i silników czy układów sterowania ich pracą producenci uzyskali zadowalające parametry trakcyjne, tj. wysoką dynamikę, obniżenie zużycia paliwa czy duży zasięg pojazdu.

Udoskonalenie napędu hybrydowego wymaga przede wszystkim udoskonalania jego części spalinowej, gdyż to silnik spalinowy odpowiada za generowanie zasadniczej części energii służącej do napędu pojazdu. Ponadto do wymienionych wymagań parametrów techniczno-eksploatacyjnych, opłacalności produkcji, ekonomii użytkowania należy dołożyć restrykcje wynikające z coraz ostrzejszych norm ochrony środowiska naturalnego. Możliwość spełnienia wymienionych kryteriów, przy zachowaniu poprawnej pod względem technicznym pracy silnika, ograniczone są przez odporność poszczególnych jego elementów na zmienne obciążenia cieplne i przekroczenia wartości, które pogarszają warunki pracy silnika, zmniejszają jego żywotność, a w skrajnym przypadku mogą doprowadzić do jego unieruchomienia. Jednym z najbardziej obciążonych cieplnie elementów komory spalania silnika spalinowego są zawory wylotowe, gdyż podczas suwu pracy silnika mają kontakt z gorącym czynnikiem od strony komory spalania, a w czasie suwu wydechu gorące spaliny omywają powierzchnie przyłgni, jak i trzonka zaworu w kanale wydechowym. Z tych względów panuje tendencja do zwiększenia trwałości zaworów wylotowych do uzasadnionego maksimum, ponieważ ich

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono modelowanie obciążeń cieplnych w zaworze wylotowym pokrytym warstwą nagaru w początkowej fazie pracy doładowanego silnika z zapłonem samoczynnym. W obliczeniach wykorzystano dwustrefowy model procesu spalania [1], metodę elementów skończonych (MES). Modelowanie przeprowadzono przy użyciu warunków brzegowych III rodzaju. W wyniku przeprowadzonych obliczeń otrzymano rozkłady temperatury, gradientów temperatury oraz naprężeń termicznych. Naprężenia te powodują wzrost mikro-pęknięć na powierzchni zaworu, które ostatecznie prowadzą do defektów materiału, uszkodzeń zaworu, a w konsekwencji nawet silnika.

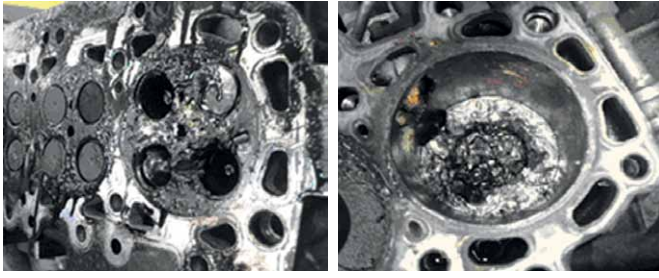
Słowa kluczowe: analiza i modelowanie, obliczenia numeryczne, zawór wylotowy, MES

**Abstract:** This paper presents the modelling of the heat loads in the exhaust valve with using the layer of carbon deposit in initial phase of work of the turbocharged Diesel engine. In calculations used the two-zone combustion model [1], finite elements method (FEM). Modelling was conducted by use of III kind of the boundary conditions. As a result of the calculations were obtained distributions of temperature, thermal gradients and thermal stresses. These stresses cause the growth of micro cracks in the area of the valve, which finally give occasion to the defect of material, the damage of the valve and engine failure.

Key words: analysis and modelling, numerical techniques, exhaust valve, FEM

defekty nie tylko mogą spowodować konieczność naprawy elementów układu zaworowego, lecz mogą nawet doprowadzić do poważnych awarii silnika. Często w takim przypadku naprawa może być ekonomicznie nieopłacalna. Przykład uszkodzenia silnika na skutek odkształceń cieplnych zaworu pokazano na rys. 1.

Podczas długotrwałego użytkowania silnika jednym z podstawowych czynników eksploatacyjnych negatywnie



Rys. 1. Przykładowe uszkodzenie silnika

oddziałujących na jego pracę przez zmianę warunków wymiany ciepła w elementach otaczających komorę spalania jest nagar. Na proces tworzenia nagaru ma wpływ wiele czynników, do których można zaliczyć m.in. [2]:

- niecałkowite spalanie zbyt ciężkiego paliwa;
- obecność w paliwie substancji asfaltowo-żywiczych;
- obecność węglowodorów nienasyconych oraz związków siarki;
- zawartość zanieczyszczeń mineralnych, tworzących popiół w procesie spalania;
- spalanie oleju silnikowego na skutek nieszczelności przesterzenia cylindra.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki obliczeń numerycznych rozkładów temperatury, gradientów temperatury oraz naprężeń w zaworze wylotowym wysokoobrotowego, doładowanego silnika wysokoprężnego pokrytego warstwą nagaru. Obliczenia te stanowią kontynuację dotychczas prowadzonych prac badawczych na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej [3, 4, 5] i mają na celu wyjaśnienie, w jakim stopniu nagar wpływa na możliwość powstawania uszkodzeń zaworów wylotowych, zwłaszcza w fazach pracy silnika, gdzie występuje niestabilny stan przepływu ciepła (rozruch zimnego silnika).

## 2. Modelowanie obciążeń cieplnych zaworu wylotowego

Modelowanie obciążeń cieplnych zaworu wylotowego przeprowadzono na podstawie zmieniających się okresowo warunków brzegowych III rodzaju. Warunki te są scharakteryzowane przez temperaturę  $T$  czynnika roboczego oraz przez współczynnik przejmowania ciepła  $\alpha$  [6, 7]. Temperaturę czynnika roboczego panującą w cylindrze silnika podczas jego pracy wyznaczono w oparciu o zmierzoną wartość ciśnienia indykatorowego, wykorzystując [1]:

- model dwustrefowy dla procesu spalania;
- pozostałe modele przemian termodynamicznych dla suwów napełniania oraz sprężania;
- pomiar temperatury strumienia spalin dla wydechu.

reklama

### Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów BEFARED S.A.

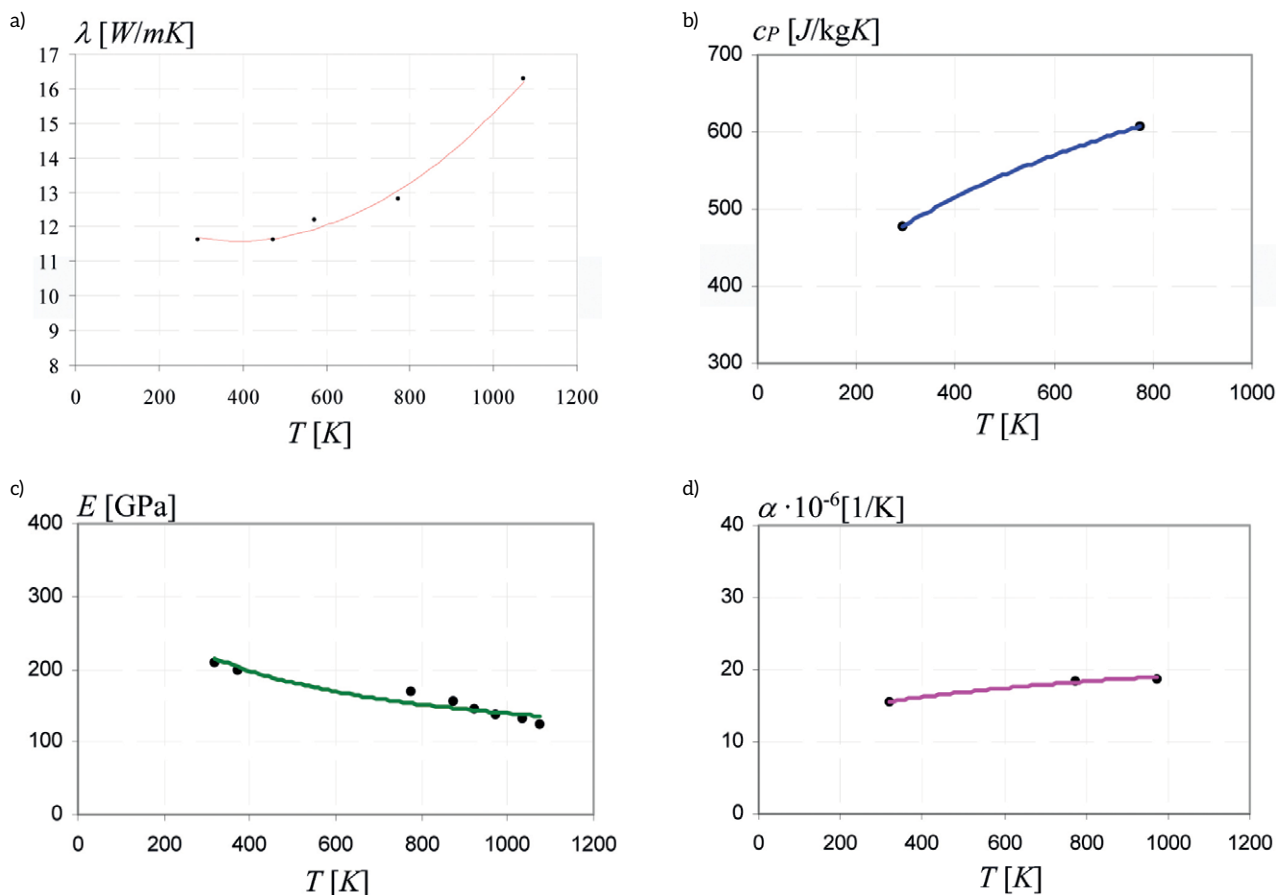
ul. Grażyńskiego 71; 43-300 Bielsko-Biała  
tel.: +48 33 812 60 31 - 35; fax: +48 33 815 93 63  
<http://www.befared.pl>; email: [befared@befared.pl](mailto:befared@befared.pl)



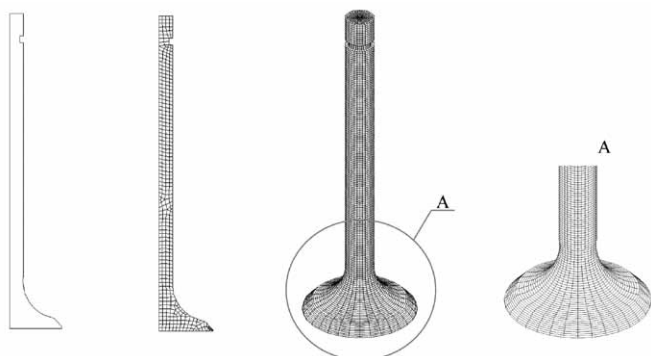
**Reduktory Motoreduktory Zespoły napędowe**  
**Wyroby specjalne na dokumentacji Klienta**  
**Elementy zębate**  
**Usługi technologiczne**  
**Serwis**



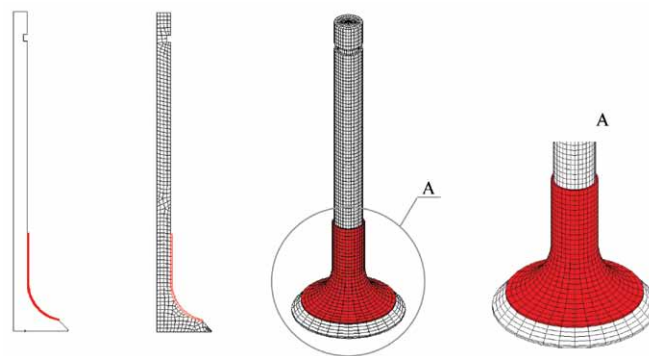
**BEFARED**  
Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów



Rys. 2. Wykres zmian: a) współczynnika przewodności cieplnej  $\lambda$ ; b) ciepła właściwego materiału  $c_p$ ; c) modułu Younga  $E$ ; d) współczynnika rozszerzalności liniowej  $\alpha$  w funkcji temperatury



Rys. 3. Etapy tworzenia modelu dyskretnego zaworu wylotowego



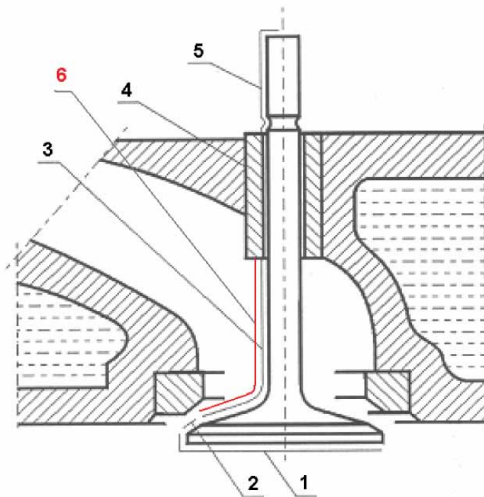
Rys. 4. Etapy tworzenia modelu dyskretnego warstwy nagaru

### 3. Warunki jednoznaczności

W przypadku analizy niustalonego przepływu ciepła w zaworze należy uwzględnić warunki jednoznaczności, do których należą warunki fizyczne, początkowe i geometryczne [7]. Do obliczeń numerycznych na materiał zaworu wylotowego przyjęto stal austenityczną o oznaczeniu X53CrMnNi21-9. Ponadto do przeprowadzenia obliczeń dla niestacjonarnego przepływu ciepła niezbędne było przyjęcie sześciu podstawowych

właściwości fizycznych zastosowanego materiału: przewodność cieplna  $\lambda$ , właściwa pojemność cieplna  $c_p$ , gęstość  $\rho$ , moduł Younga  $E$ , współczynnik rozszerzalności cieplnej  $\alpha$  oraz liczba Poissona  $\nu$ . Dla współczynnika przewodności cieplnej  $\lambda$ , ciepła właściwego materiału  $c_p$ , modułu Younga  $E$ , współczynnika rozszerzalności liniowej  $\alpha$  przyjęto zmienne wartości w funkcji temperatury [8] (rys. 2).





- 1 - powierzchnia talerzyka od strony komory spalania
- 2 - powierzchnia styku przylgni z gniazdem
- 3 - powierzchnia trzonka zaworu w kanale wylotowym pod warstwą nagaru
- 4 - powierzchnia trzonka zaworu w przewodnicy
- 5 - powierzchnia trzonka ponad głowicą
- 6 - warstwa nagaru na powierzchni trzonka w kanale wylotowym

Rys. 5. Szkic zaworu wylotowego na tle głowicy silnika

W obliczeniach numerycznych warstwę nagaru zamodelowano w postaci modelu geometrycznego z uwzględnieniem jego własności fizycznych według literatury: współczynnik przewodności cieplnej  $\lambda = 0,11 \text{ W/mK}$ , gęstość właściwa  $\rho = 1100\text{--}2000 \text{ kg/m}^3$  oraz ciepło właściwe nagaru  $c_p = 0,84\text{--}1,84 \text{ kJ/kgK}$  [9].

Analizując obciążenia cieplne w obliczeniach numerycznych, przyjęto, że w chwili początkowej rozkład temperatury był stały i równy temperaturze otoczenia.

#### 4. Warunki geometryczne

Modele geometryczne zaworu oraz warstwy nagaru wykonano za pomocą elementu bryłowego trójwymiarowego izoparametrycznego 8-węzłowego typu (SOLID) i wymiarze 1 mm dostępnego w systemie COSMOS/M [10]. Model geometryczny zaworu powstał w oparciu o element rzeczywisty silnika. Poszczególne etapy tworzenia modeli zaworu i warstwy nagaru przedstawiono na rysunkach numer 3 i 4.

Geometryczny model zaworu wylotowego składa się z 13 233 elementów, 16 598 węzłów, 96 krzywych, 49 powierzchni.

Geometryczny model warstwy nagaru składa się z 1 848 elementów, 2 871 węzłów, 74 krzywych, 16 powierzchni.

#### 5. Warunki brzegowe

Dla przeprowadzenia obliczeń numerycznych konieczne było zdefiniowanie sześciu powierzchni wymiany ciepła, którym przypisano określone warunki wymiany ciepła (rys. 5) [6].

#### 6. Wyniki obliczeń numerycznych

W przeprowadzonych numerycznych eksperymentach badano obciążenia cieplne zaworu wylotowego pokrytego warstwą nagaru zlokalizowanego na powierzchni trzonka zaworowego. Obliczenia przeprowadzono dla zaworu wylotowego doładowanego silnika wysokoprężnego z bezpośrednim wtryskiem paliwa do komory spalania o pojemności skokowej  $2390 \text{ cm}^3$  i mocy znamionowej  $85 \text{ kW}$  osiąganą przy prędkości obrotowej  $4250 \text{ min}^{-1}$ . Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono kolejne fazy nagrzewania się zaworu po 0,5 s i 5 s pracy silnika i odpowiadające im rozkłady temperatury, gradienty temperatury oraz naprężenia termiczne występujące w zaworze. Na podstawie uzyskanych wyników obliczeń można zaobserwować, że podczas nagrzewania się zaworu wydechowego rosną gradienty temperatury i naprężenia termiczne. Maksymalne wartości gradientów temperatury występują bezpośrednio pod warstwą nagaru (około  $325\,126 \text{ K/m}$  po 5 s). Natomiast maksymalne

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 przewodniki kabli.
- CATTRON** – Przemysłowe systemy zdalnego sterowania radiowego.
- MICRO DETECTORS** – Szeroka gama czujników.
- MARECHAL** – Wtykowe złącza przemysłowe i dekontaktry (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).

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



VAHLE  
STROMZUFÜHRUNGEN

SCHLEGEL®  
ELEKTROKONTAKT

LEAB  
made energy

TEXELCO  
SAFETY TECHNOLOGY

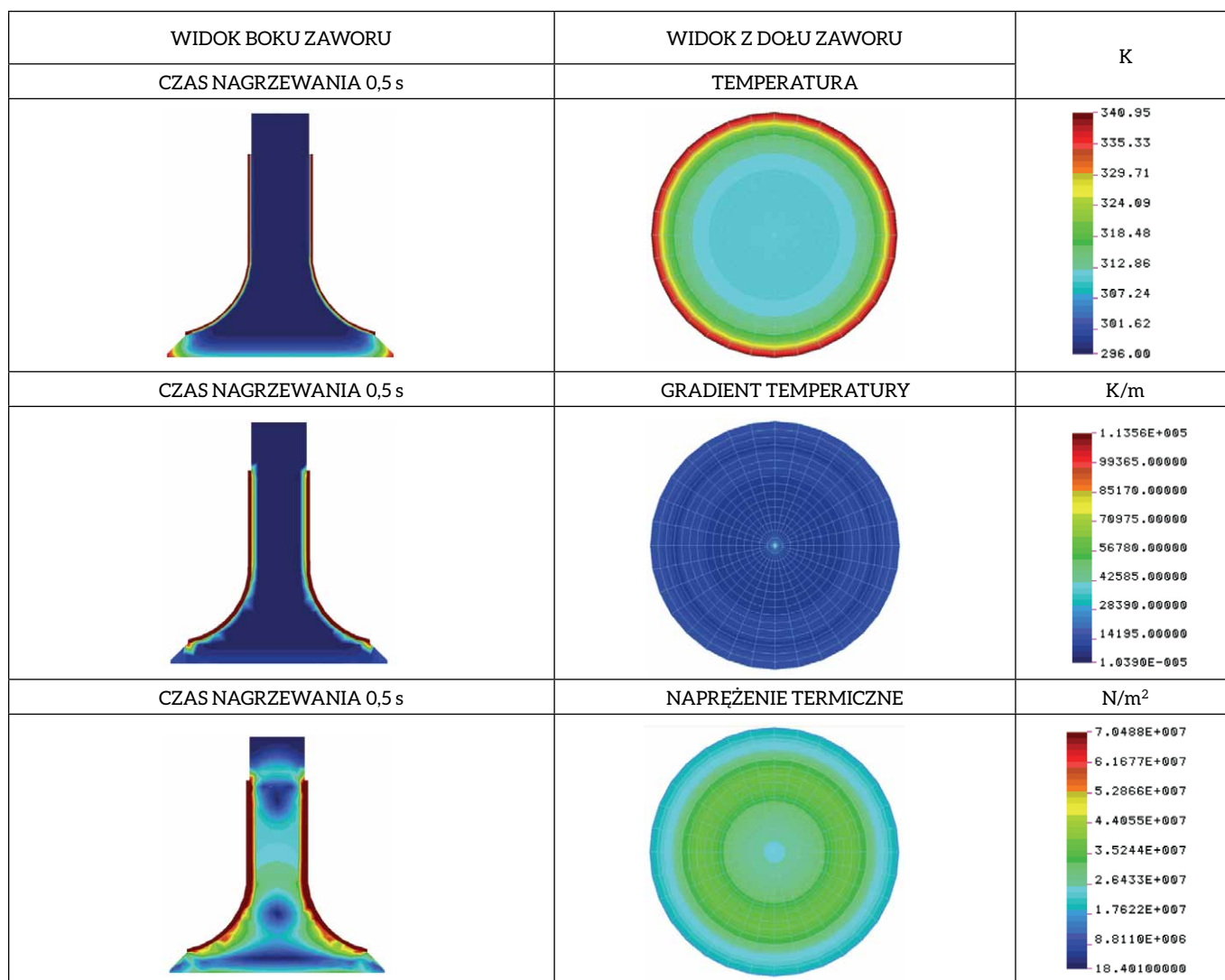
HUGRO®

brevetti  
stendato

CATTRON

Micro Detectors

MARECHAL  
ELECTRIC



Rys. 6. Kolejne fazy nagrzewania się zaworu wylotowego

wartości naprężeń występują na końcach powierzchni czołowej zaworu (około  $2,35209e+008$  K/m po 5 s).

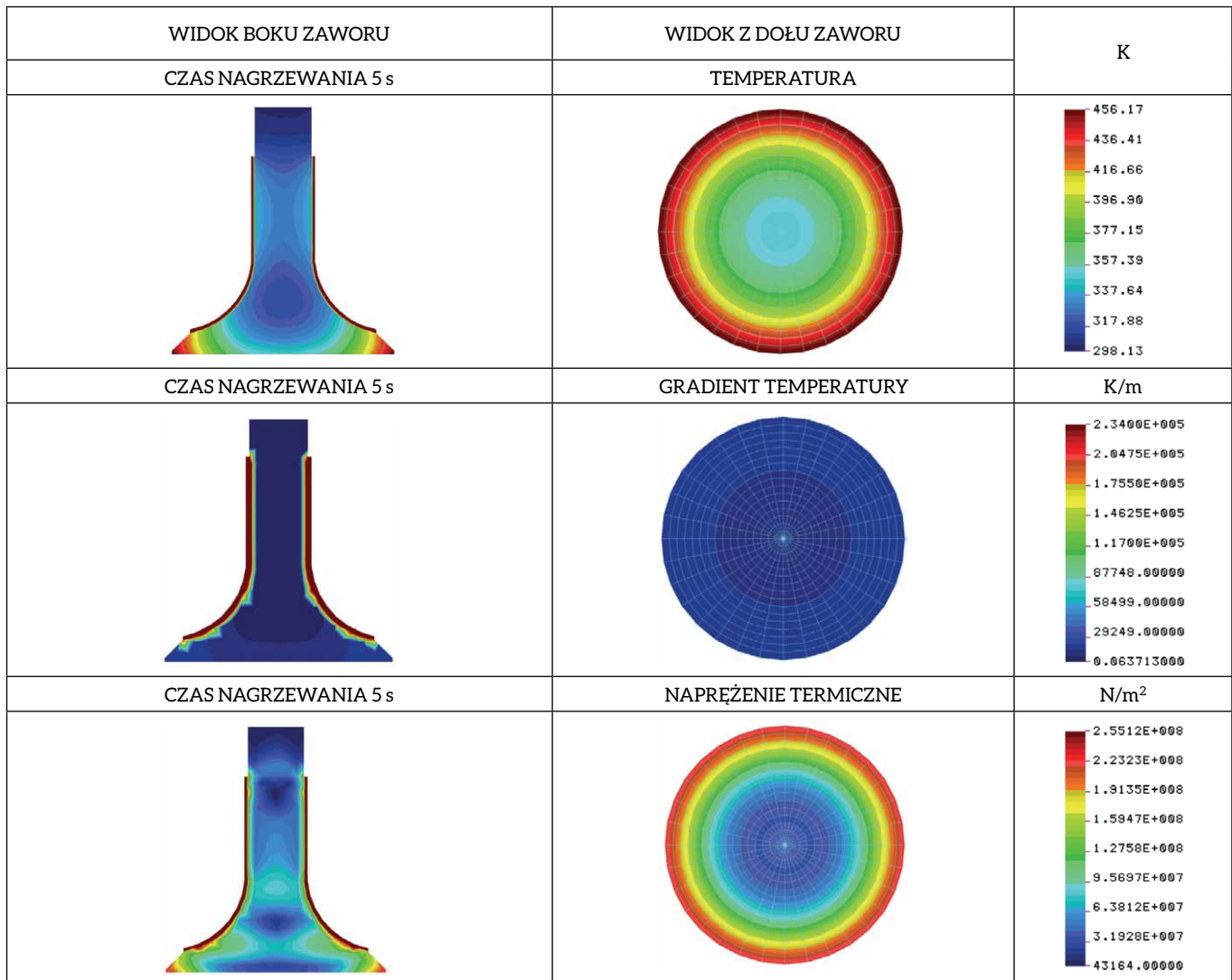
### 7. Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy wynika, że zjawisko odkładania się nagaru na powierzchniach zaworu jest bardzo istotnym zagadnieniem związanym z procesem eksploatacji silnika spalinowego, ponieważ podczas nagrzewania zaworu zwiększają się gradienty temperatury i naprężenia termiczne pod warstwą nagaru. Wzrost lokalnych naprężeń termicznych prowadzi do powstawania mikropęknięć na powierzchniach zaworu. Mikropęknięcia przyczyniają się do powstawania wad materiałowych. Najbardziej prawdopodobnym miejscem powstawania mikropęknięć jest grzybek zaworu (rys. 8). Spowodowane jest to tym, że na końcach czoła zaworu występuje najmniej materiału, dlatego w tym miejscu powstają największe naprężenia (rys. 7). Nagar może występować na różnych powierzchniach zaworu, a także innych elementach komory spalania silnika (np. tłok, cylinder, gniazdo zaworowe). Stąd zasadne są dalsze analizy w ramach prac badawczych w celu lepszego poznania wpływu

zjawiska nagaru na przebieg obciążeń cieplnych w elementach komory spalania. Takie badania przyczynią się niewątpliwie do optymalizacji elementów silnika pod względem samej konstrukcji i zastosowanych materiałów, a tym samym poprawy jego parametrów eksploatacyjnych.

### Literatura

- [1] GUSTOF P.: Wyznaczanie przebiegu temperatur ładunku dla pełnego cyklu roboczego w cylindrze doładowanego silnika o zapłonie samoczynnym. „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport”, 2001, vol. 43.
- [2] ZWIERZYCKI W.: Paliwa silnikowe i oleje opałowe. Wydawnictwo Rafineria Nafty Glimar SA, Warszawa 2007.
- [3] GUSTOF P., HORNIK A.: Modelling of the heat loads of the valves in turbo Diesel engine and the accuracy of calculations. „Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering”, 2007, vol. 23, iss. 2.
- [4] HORNIK A.: The influence of the engine speed on the temperature distribution in the piston of the turbocharged diesel engine. „Transport Problems”, 2011, vol. 6, iss. 3.



Rys. 7. Kolejne fazy nagrzewania się zaworu wylotowego



Rys. 8. Przykłady uszkodzenia zaworu wynikającego z obecności nagaru

- [5] JĘDRUSIK D., GUSTOF P.: *Using of model of two-zone for determines of temperatures the exhaust valve of turbo Diesel engine in unsteady state*. „Technical Journal of Cracow Technical University. Series Mechanics”, 2004, no. 6-M/2004.
- [6] KWAŚNIEWSKI S., SROKA Z., ZABŁOCKI W.: *Modelowanie obciążeń cieplnych w elementach silników spalinowych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999.
- [7] WIŚNIEWSKI S.: *Wymiana ciepła*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1987.

- [8] SHOJAEFARDA M.H., NOORPOORA A.R., BOZCHALOEFA D.A., GHAFFARPOUR M.: *Transient Thermal Analysis of Engine Exhaust Valve*. Numerical Heat Transfer, Part A: Applications. 2005, vol. 48(7), Taylor & Francis.
- [9] KALGHATGI G.T.: *Combustion chamber deposits in spark ignition engines*. SAE Paper No: 952443 2005.
- [10] RUSIŃSKI E.: *Metoda elementów skończonych. System Cosmos/M*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1994.

dr inż. Aleksander Hornik

do 2018 r. adiunkt, Katedra Eksploatacji Pojazdów Samochodowych, Wydział Transportu, Politechnika Śląska;  
od 2018 r. dalsza współpraca naukowa z Wydziałem Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej;  
od 2020 r. Zespół Szkół Technicznych i Zawodowych w Świętochłowicach.

artykuł recenzowany

# Poprawa efektywności energetycznej układów napędowych dużej mocy poprzez zastosowanie przemienników częstotliwości w energochłonnych zastosowaniach w przemyśle

Zbigniew Szulc, Marek Tarłowski

## 1. Wstęp

W obecnej sytuacji gospodarki krajowej bardzo ważne jest zastosowanie rozwiązań technicznych pozwalających na oszczędność energii elektrycznej.

Efektywność energetyczną najprościej jest zdefiniować jako wynik działania obiektu wytwarzającego produkty w postaci towarów, usług, energii (cieplnej lub elektrycznej itp.), transportu (lub podobne) odniesiony do energii zużytej do tego działania. W niniejszym artykule jako obiekt wytwarzający rozpatrzony będzie elektryczny układ napędowy, a energią użytą będzie energia elektryczna. W [1] podano, z jakimi wielkościami należy się liczyć, jeśli chodzi o zużycie energii elektrycznej głównie przez układy napędowe. Z tych danych wynika, że ok. 60% wytworzonej w Polsce energii elektrycznej stosowane jest w układach napędowych. W krajach bardziej rozwiniętych wielkość ta wynosi 70%.

Oznaczając efektywność energetyczną przez  $EF$ , a produkty przez  $PR$  oraz przyjmując ilość energii zużytej jako  $E_z$ , można napisać:

$$EF = \frac{PR}{E_z} \quad (1)$$

Jednostki, jakie są używane, to np.:

- dla  $PR$ , sztuki produktu (szt.), energia cieplna (kJ), transportowana ciecz ( $m^3/s$ ), masa produktu (kg), energia elektryczna (kWh);
- dla  $E_z$  w przypadku energii elektrycznej (Ws, kWh, MWh), stąd jednostki dla  $EF$  to np.: układ napędowy elektryczny pompy lub wentylatora ( $m^3/s/kWh$ ), układ napędowy taśmociągu ( $t/kWh$ ).

Napęd elektryczny (układ napędowy – oznaczenie częste UN) jest obiektem (urządzeniem), który energię elektryczną zamienia na energię mechaniczną (w postaci drogi lub prędkości obrotowej). Energia mechaniczna przekazywana jest maszynie roboczej wytwarzającej produkt. Wśród maszyn roboczych zasilanych przez napęd elektryczny największą grupę stanowią pompy i wentylatory.

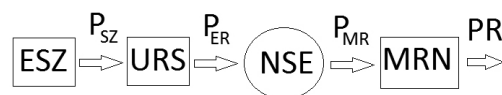
W [2] i [3] oszacowano, że napędy elektryczne tych maszyn roboczych zużywają w Polsce:

- pompy: 30% produkcji energii elektrycznej;
- wentylatory: 20% produkcji energii elektrycznej.

Poprawa efektywności energetycznej polega na zmniejszeniu energii zużytej  $E_z$  (jej ilości), które można osiągnąć poprzez lepszą sprawność (większą) (polepszenie samego procesu) oraz regulację procesu. Regulowany elektryczny układ napędowy (UN) umożliwia uzyskanie powyższych efektów.

## 2. Regulacja napędów elektrycznych

Elektryczny układ napędowy (UN), jak wcześniej stwierdzono, jest urządzeniem, które energię elektryczną zamienia na mechaniczną o regulowanych parametrach (kiedy są wymagane). Schemat blokowy UN został przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy regulowanego elektrycznego napędu:

ESZ – energetyczna sieć zasilająca;

URS – układ regulacji silnika;

NSE – napędowy silnik elektryczny;

MRN – maszyna robocza napędzana.

Przeptyw mocy (P) między blokami mają następujące znaczenie:

$P_{SZ}$  – elektryczna moc zasilająca przepływająca z sieci zasilającej do regulowanego układu;

$P_{ER}$  – moc regulowana zasilająca silnik elektryczny;

$P_{MR}$  – moc mechaniczna regulowana zasilająca maszynę roboczą;

PR – produkt maszyny roboczej

Konstrukcja poszczególnych bloków może być różna, w zależności od typu sieci zasilającej (napędu stałego, zmiennego, jedno- lub wielofazowa), układu regulacji silnika (prądu stałego, zmiennego, indukcyjnego, synchronicznego, z magnesami stałymi) itp. Rozwój energomechaniki i informatyki przemysłowej umożliwił regulację silników elektrycznych w bardzo szerokim zakresie ich parametrów wyjściowych

i wewnątrzukładowych [3]. Chodzi tu o wielkości elektryczne (prądy, napięcia) i mechaniczne (momenty, prędkości, przyspieszenia).

W chwili obecnej najwięcej jest zainstalowanych i pracujących silników indukcyjnych prądu przemiennego. Moce stosowane sięgają od kilkudziesięciu watów do kilkudziesięciu megawatów ([W] – [MW]) o napięciach zasilania od kilkunastu [V] do kilkudziesięciu [kV]. W typowych układach napędowych z silnikiem indukcyjnym (lub synchronicznym) jako URS stosuje się przemiennik częstotliwości (PC). Dzięki metodom regulacji URS jakie są używane (skalarna i wektorowa) oraz dodatkowym sprzężeniom zwrotnym obejmującym parametry silnika i maszyny roboczej układ napędowy może spełnić najbardziej skomplikowane wymagania. Taka konstrukcja (UN) pozwala regulować prędkość obrotową w szerokim zakresie (nawet powyżej prędkości synchronicznej silnika indukcyjnego). Moment na wale silnika może być większy od znamionowego długotrwałe (przy odpowiedniej konstrukcji i chłodzeniu). Istnieje wiele rozwiązań firmowych do konkretnych maszyn roboczych. Chodzi w tym przypadku o jakość przebiegów prądu i napięcia zasilających silnik oraz uzyskiwanych z sieci zasilającej [ESZ].

### 3. Maszyny robocze często stosowane w gospodarce krajowej

Maszyny robocze stosowane w gospodarce krajowej często są napędzane przez silniki elektryczne pracujące w układzie (UN), którego schemat blokowy został przedstawiony na rys. 1. Według [1] największą grupę (UN) stanowią pompy i wentylatory. Zużywają one ok.:

- pompy: 30% produkowanej energii elektrycznej;
- wentylatory: 20% produkowanej energii elektrycznej.

Jak duże są te wielkości, świadczy wygenerowana w kraju energia elektryczna oszacowana w 2020 r. na wartość 152 800 GWh.

Wymienione maszyny robocze największe zastosowanie znajdują w przemysłach:

- energetycznym;
- paliwowym i rafineryjnych;
- chemicznym;
- wydobywczym;
- komunalnym.

Zmniejszając zużycie energii przez te dwa typy maszyn roboczych, można znacznie poprawić efektywność energetyczną gospodarki krajowej. Poprawne zastosowanie regulacji napędów elektrycznych może przynieść szereg dobrych efektów, z których najważniejsze to:

- efekty energetyczne;
- efekty eksploatacyjne;
- efekty ekologiczne;
- efekty ekonomiczne

**Efekty energetyczne** – najłatwiej można przedstawić, podając energię zaoszczędzoną dzięki zastosowaniu UN. Podstawą regulacji pomp i wentylatorów jest regulacja prędkości obrotowej, którą doskonale umożliwia UN. Dokładnie te zależności dla pomp zostały przedstawione w [2]. Zmniejszenie zużycia energii przez UN powoduje zwiększenie efektywności energetycznej wg wzoru (1).

**Efekty eksploatacyjne** – wynikają z możliwości automatyzowania procesu pompowania lub tłoczenia, a dzięki informatyce przemysłowej i cyfryzacji pomiarów obiekty pracują bezobsługowo. Równocześnie zmniejsza się szybkość zużycia urządzeń (wydłuża się czas życia technicznego), eliminowane są uderzenia prądów, momentów oraz hydraulicznych i pneumatycznych stanów przejściowych.

**Efekty ekologiczne** są konsekwencją zmniejszenia zużycia energii elektrycznej. Jej generacja związana jest z wytwarzaniem zanieczyszczeń. Najwięcej zanieczyszczeń wytwarzają elektrownie (elektrociepłownie), gdy spalane są gorsze gatunki paliwa węglowego. Przykładowo jedna z elektrociepłowni krajowych przy produkcji 1 MWh energii elektrycznej generowała 0,931 tony dwutlenku węgla, pyłu ok. 0,061 kg, SO<sub>2</sub> (dwutlenku siarki) ok. 0,0361 kg, tlenków azotu 1,485 kg.

Z tych danych wynika, że dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>) ma duży wpływ na ilość zanieczyszczeń, a jest najczęściej uważany za najgorsze zanieczyszczenie.

**Efekty ekonomiczne** – są określane przez kilka wskaźników. Pierwszy w kolejności to koszt rocznej oszczędności energii elektrycznej czynnej przy danej cenie energii.

Następnie to prosty czas zwrotu wynikający z całkowitych nakładów inwestycyjnych na zastosowanie UN.

Zdyskontowany czas zwrotu (okres) nakładów inwestycyjnych przy przyjętej stopie dyskonta.

Te ostatnie efekty są typowo ekonomiczne i służą do oceny, gdy efekty energetyczne, eksploatacyjne i ekologiczne są pozytywne. Przedstawione powyżej oceny zastosowań układów napędowych do regulacji maszyn roboczych typu pomp i wentylatorów pozwalają z dużą pewnością osiągnąć poprawę efektywności energetycznej w gospodarce krajowej.

### 4. Przykłady zastosowania regulowanych układów napędowych

Przedstawione poniżej rzeczywiste przykłady są efektem doświadczeń w okresie od 2010 do 2021 roku podczas wdrażania i eksploatacji układów napędowych z przemiennikami częstotliwości średniego napięcia o mocach od 1000 kW do 4200 kW, a nawet mniejszych (380 kW).

Przy wyborze projektu technicznego kierowano się założeniami:

- pozostawienie istniejących silników;
- pozostawienie dotychczasowych źródeł zasilania (pola rozdzielni 6 kV) oraz kabli;
- pozostawienie istniejących układów regulacji mechanicznej jako możliwości rezerwowej regulacji;
- układy sterowania i zabezpieczeń jak najpełniej zintegrowane z przemiennikami;
- ograniczenie harmonicznych generowanych przez układ regulacyjny;
- realizacja wysokiej dyspozycyjności przemienników i układów napędowych;
- zminimalizowanie obsługi i serwisu nowych układów napędowych.

Działania powyższe były prowadzone przez firmę TAKOM – sprawnie działającą firmą inżynierską – i dają obraz możliwości poprawy efektywności krajowej gospodarki energetycznej.

W praktyce firmy TAKOM najwięcej aplikacji dla pomp i wentylatorów wdrożono z układem napędowym regulowanym przy pomocy przemienników częstotliwości średniego napięcia o topologii prądowej typu PowerFlex 7000 (produkowanych w Polsce przez Koncern Rockwell Automation). PowerFlex 7000 dzięki topologii umożliwia zasilanie istniejących silników nieprzystosowanych do współpracy z PC bez konieczności ich modyfikacji. Dodatkowo nie są wymagane specjalistyczne kable ekranowane pomiędzy PC a silnikiem przy zachowaniu kompatybilności elektromagnetycznej. Topologia prądowa przemiennika PowerFlex 7000 zapewnia brak wpływu na zakłócenia urządzeń, w tym aparatury AKPiA.

Na przykładzie bloku energetycznego o mocy 240 MW stwierdzono, że zastosowanie przemiennika PowerFlex 7000 do napędu silnika wentylatora spalin o mocy 3,3 MW ma korzystny wpływ na wartości drgań oraz temperaturę jego uzwojeń.

Przy pracy bloku z mocą 240 MW i zmianie obrotów wentylatora o 14% można zaobserwować spadek drgań silnika o ponad 50%. Zużycie energii spada o 9% (224 kW). Przy pracy bloku z mocą 125 MW prędkość wentylatora zmniejsza się o 51%, zużycie energii zmniejsza się o 75%, a zarejestrowane drgania zmniejszają się o około 90%. Można również zauważyć obniżenie temperatury uzwojeń silnika przy pracy przemiennika przy pełnej mocy bloku 260 MW o kilka stopni, a w przypadku pracy przy mocy 120 MW temperatura spada o 25 stopni Celsjusza.

Podsumowując: zastosowanie przemiennika częstotliwości spowodowało ograniczenie zużycia energii, zmniejszyło drgania silnika oraz obniżyło temperaturę uzwojeń. Dzięki temu wydłużyła się żywotność izolacji silnika oraz łożysk. Dzięki pracy przemiennika z możliwością zwrotu energii elektrycznej do sieci zasilającej mamy możliwość dynamicznej regulacji prędkości obrotowej wentylatora, co w przypadku nagłych zmian mocy bloku nie powoduje niepożądanego ciśnienia, która może spowodować wyłączenie bloku.

Wszystkie przemienniki wyposażone zostały w układ *bypassu* umożliwiający pracę silników bez przemiennika (zasilanie bezpośrednie).

Do mocy 3300 kW można stosować przemienniki z chłodzeniem powietrznym, powyżej tej mocy z należy stosować przemienniki chłodzone cieczą.

Na podstawie powyższej eksploatacji można stwierdzić:

1. Wybór przemienników zbudowanych w technologii prądowej okazał się dla użytkownika bardzo trafną decyzją. Spełniono wszystkie postawione założenia. Wartościami dodanymi, nieoczekiwanymi przed inwestycją, są: zmniejszone drgania zespołu wentylatora, zmniejszone temperatury uzwojeń, dokładniejsza regulacja procesu spalania oraz bardzo dobre opinie obsługi bloku co do pracy wentylatorów spalin sterowanych przetwornicami częstotliwości (prawie zapomnieli, że muszą martwić się o wentylator podczas zrzutów mocy i podczas normalnej pracy).
2. Dla układów chłodzonych cieczą – uzupełnianie cieczy, wymiana filtrów, wymiana pompy, wymiana wentylatorów zewnętrznego układu chłodzenia odbywa się bez zatrzymywania napędu i bez utraty mocy.

3. Bardzo ważne jest poznanie technologii montażu i uruchomienia napędów przed ich faktycznym zainstalowaniem na obiekcie – wizyty w fabryce oraz na innych obiektach referencyjnych. Pozostawienie samego nadzoru producenta nad montażem może szybko przynieść szereg usterek niezwiązanych z głównymi elementami napędów, a determinujących usterkowość lub powodujących wyłączenie z pracy przemiennika.

4. Dobrze przemyślana inwestycja – wybór *bypassu* w przypadku tak odpowiedzialnych aplikacji, jak wentylator spalin bloku, przynosi wymierne korzyści w postaci braku utraty przychodów z produkcji energii elektrycznej podczas postoju samego przemiennika.

5. Wybór jednej rodziny przemienników umożliwia obniżenie kosztów magazynowania części zamiennych poprzez ich ujednolicenie. Ważne jest również podpisanie umowy serwisowej z uprawnioną firmą wykonującą przeglądy, wymianę części eksploatacyjnych i ewentualne naprawy.

Dla jednego z klientów branży *oil & gas*, który inwestuje w swoje moce przesyłowe i nowe pompownie, TAKOM wykonał dostawę instalacji przemiennika częstotliwości z transferem synchronicznym dla jednej z kluczowych pompowni w kraju.

Wykonane przez TAKOM rozwiązanie oparte było w całości o produkcję firmy Rockwell Automation. W skład systemu wchodziły rozdzielnice napędowe SN wraz z przemiennikiem PF7000 (6 kV, 380 kW) oferowane od kilkudziesięciu lat na rynku polskim i potwierdzone obszernymi referencjami. Testy wszystkich urządzeń odbyły się w fabryce w Katowicach, co pozwoliło uniknąć ryzyka złej konfiguracji połączeń oraz odpowiednich zabezpieczeń, pozwoliło wypowiedzieć się użytkownikowi końcowemu oraz umożliwiło wprowadzenie ostatecznych zmian przed wysyłką na obiekt. Współpraca przemiennika z szafami napędowymi ograniczyła również ryzyko uszkodzenia samego przemiennika przez odpowiednie dopasowanie łączników (przede wszystkim za przemiennikiem częstotliwości). Wszystko połączone zostało w odpowiednie blokady kluczykowe zapobiegające możliwości otworzenia nieodpowiedniej rozdzielnicy SN podczas pracy pod napięciem. Cały układ może być sterowany zdalnie.

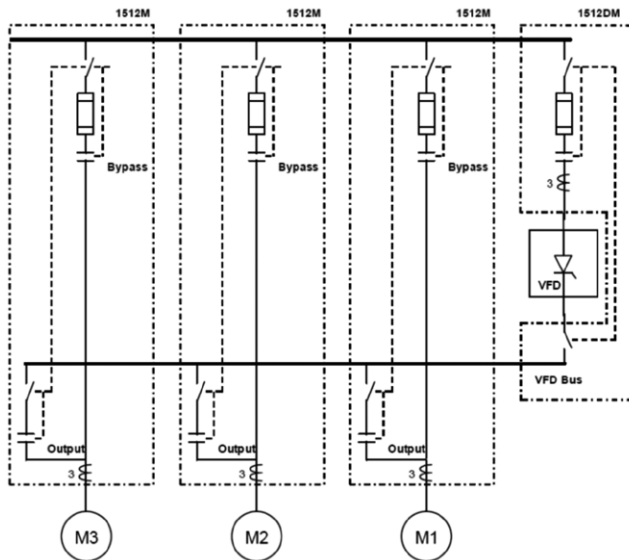
Układ składał się z:

- przemiennika częstotliwości PowerFlex 7000, 380 kW, 6 kV – 1 szt.;
- szafy stycznikowej 1512DM (stycznik na wejściu falownika, odłączniki na wejściu i wyjściu) – 1 szt.;
- szafy stycznikowej *bypassu* 1512M – 3 szt.

Kompletne rozwiązanie jest oparte o przemienniki PowerFlex 7000 w wersji D2D z zasilaniem bezpośrednim z sieci bez konieczności stosowania transformatorów wejściowych oraz układów *bypass* dla 3 pomp.

Schemat ideowo-blokowy instalacji napędowej został przedstawiony na rys. 2. Elementy tego schematu zostały narysowane według schematów firmy produkującej urządzenia składowe (tj. Rockwell Automation)

Na podstawie wymagań klienta zaproponowano rozwiązanie, w którym wartość zakresu regulacji prędkości silników pomp można ustawić zgodnie z wytycznymi producenta pomp. Zgodnie z oczekiwaniami dla normalnej pracy w zakresie regulacji



Rys. 2. Schemat ideowo-blokowy napędów przepompowni

będzie pracowała pompa nr 1. Jeśli zapotrzebowanie wzrośnie ponad jej wydajność, pompa nr 1 zostanie zsynchronizowana z siecią (praca na parametrach znamionowych pompy nr 1), a przemiennik częstotliwości załączy silnik i pompę nr 2. Pompa nr 3 zostanie załączona w podobnej sekwencji jak przełączenie z pompy nr 1 na pompę nr 2, po przełączeniu pompy nr 2 na zasilanie bezpośrednio z sieci. Każde pole będzie wyposażone w sterownik pola, potwierdzony i zgodny z wymogami naszego klienta. Całość układu została dostarczona przez firmę Rockwell Automation, a uruchomiona i oddana do eksploatacji przez firmę TAKOM. Rozwiązanie to było przetestowane przed montażem w fabryce w Katowicach.

Zaletą tej aplikacji jest również powiązanie całego układu w jeden system sterowania umożliwiający pewną pracę podczas synchronizacji z siecią oraz blokadą zamków uniemożliwiającą

przypadkowe otwarcie pola podczas pracy, a także blokadą połączeń uniemożliwiającą przełączenie na inną pompę.

#### Projekt z obszaru inwestycyjnego „Bloki 200+”

Program „Bloki 200+” to inicjatywa Zespołu ds. Nowych Technologii Wytwarzania Energii NCBR i zarazem kolejna inicjatywa Centrum, która ma na celu wsparcie prac badawczo-rozwojowych realizowanych w obszarze energetyki. Program realizowany jest w formule zamówień przedkomercyjnych (PCP) w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, finansowanego ze środków Funduszy Europejskich.

Celem programu jest opracowanie nowych rozwiązań technicznych, organizacyjnych i prawnych, które pozwolą dostosować bloki energetyczne do zmieniających się warunków eksploatacji i nowych wyzwań związanych z pracą krajowego systemu elektroenergetycznego.

Przedmiotem niniejszego opracowania była kompleksowa dostawa, montaż i uruchomienie 4 przemienników częstotliwości dla zasilania skrajnych wentylatorów powietrza i spalin kotła typu OP-650 nr 6 w Elektrowni Jaworzno III. W ramach usług związanych z dostawą przemienników przewidziana była również adaptacja pól zasilających w rozdzielnicach (konieczna zabudowa układu obejściowego) i zmiany w systemie sterowania kotła (Procontrol P14 – ABB).

Kluczowym elementem inwestycji było zapewnienie poprawy sprawności wytwarzania energii elektrycznej netto przy możliwie niewielkiej ingerencji w istniejące instalacje elektryczne, budowlane i mechaniczne. Przedmiot kontraktu obejmował kompleksową dostawę, montaż i uruchomienie 4 przemienników częstotliwości dla zasilania skrajnych wentylatorów powietrza i spalin kotła typu OP-650 nr 6 w Elektrowni Jaworzno III.

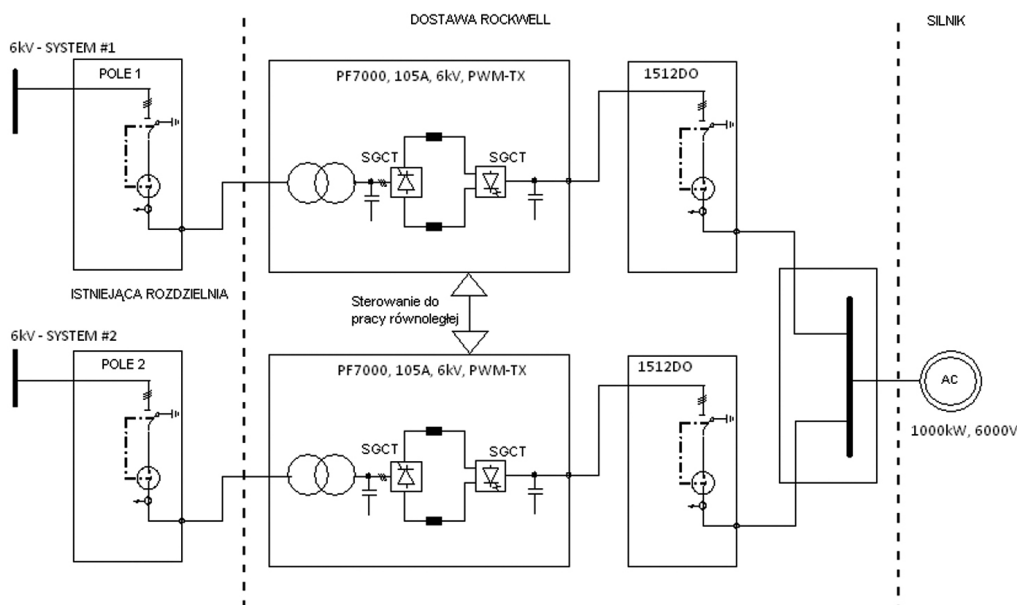
Regulacja obrotów i parametrów przepływowych wentylatorów odbywa się poprzez zespół przemiennik częstotliwości – silnik, począwszy od obrotów minimalnych do obrotów maksymalnych wentylatora (w pełnym zakresie regulacji obrotów wentylatora). Podstawowe zasilanie jest zapewnione

reklama

# TAKOM

PROJEKTY POD KLUCZ  
ELEKTRYKA I AUTOMATYKA  
UKŁADY NAPĘDOWE nN i SN  
ROBOTYKA I STEROWANIE  
PREFABRYKACJA

- audyt u klienta, rozpoznanie potrzeb i opracowanie koncepcji
- wykonanie projektów w zakresie elektryki, automatyki, robotyki oraz sterowania i wizualizacji
- dostawa, montaż, uruchomienie i szkolenie z zakresu wykonanych instalacji
- serwis



Rys. 3. Schemat napędowy z redundantną pracą przemienników częstotliwości

poprzez przemiennik częstotliwości pracujący w układzie umożliwiającym naprawę przy pracującym bloku. Przemienniki częstotliwości są wyposażone w *bypass* umożliwiający bezpośredni rozruch silników wentylatorów z sieci. W celu uniknięcia wymiany istniejących silników zostały zabudowane przemienniki częstotliwości w topologii prądowej firmy Rockwell Automation – PowerFlex 7000 (6 kV, 400 kW oraz 650 kW), które są przystosowane do pracy z istniejącymi na obiekcie standardowymi silnikami i kablami. Przemiennik częstotliwości wraz z *bypassem* zostały zabudowane w kontenerze przy wentylatorach powietrza i spalin.

Aplikacja przemiennika częstotliwości oraz jego dobór musiały uwzględnić dynamikę pracy wentylatorów, posiadać możliwość przejęcia dużej ilości energii w krótkim czasie przy szybkich zmianach obrotów. Układ napędowy wentylatora (silnik – przemiennik częstotliwości) umożliwia odciążanie ze 100% mocy znamionowej falownika do 0% w czasie nie większym niż 60 s, co było możliwe do spełnienia przez jednostkę PowerFlex 7000 z regeneracją mocy hamowania silnika i zwrotu do sieci.

Bezprzerwowa praca układu napędowego w bardzo odpowiedzialnych procesach przemysłowych wymaga specjalnych rozwiązań technicznych. Przykładem jest system napędowy dostarczony przez TAKOM również przy zastosowaniu przemienników SN typu PowerFlex 7000. Na rys. 3 został przedstawiony schemat ideowo-blokowy takiego systemu.

System napędowy składa się z dwóch pracujących równolegle przemienników PowerFlex 7000, zasilanych poprzez dwa istniejące pola rozdzielni z dwóch różnych sekcji 6 kV. Wyjścia przemienników są połączone we wspólnej sekcji HUB poprzez sekcję z odłącznikiem i stycznikiem 1512DO.

W stanie normalnej pracy przemienniki pracują równolegle i są obciążone po połowie mocy obciążenia silnika. W przypadku zaniku zasilania 6 kV jednego z przemienników, drugi

przemiennik bezprzerwowo przejmuje zasilanie silnika z ograniczeniem obciążenia do maksymalnie 105 A. Podobnie w przypadku awarii przemiennika w jednym z torów, drugi przemiennik przejmuje bezprzerwowo zasilanie silnika z ograniczeniem obciążenia maksymalnie do 105 A.

Sekcje 1512DO służą do odizolowania przemiennika od sekcji silnika w przypadku awarii lub wykonywania przeglądu przemiennika.

Sekcja HUB zarządzająca pracą równoległą przemienników oraz stanowiąca interfejs do systemu sterowania użytkownika jest wyposażona w sterownik ControlLogix i panel operatorski do wizualizacji pracy systemu.

W celu maksymalnej niezawodności system sterowania ControlLogix jest skonfigurowany jako system redundantny z redundancją procesorów (Controller Chassis #1 i #2), zasilaczy i wewnętrznej sieci komunikacyjnej (EtherNet/IP DLR). Kasetka wejść/wyjść (I/O Chassis) służy jako interfejs sterowania. Równocześnie w kasecie I/O Chassis udostępniony jest interfejs komunikacyjny ModbusRTU do podłączenia z siecią obiektową użytkownika.

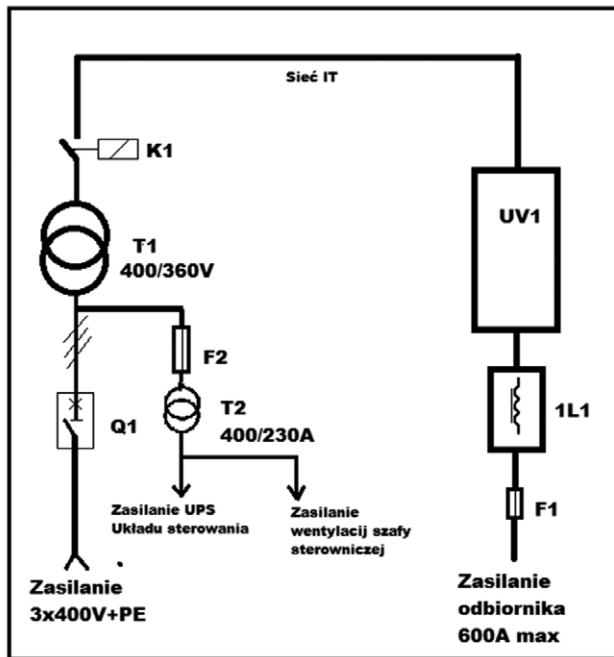
Taka konfiguracja zapewnia wysoką niezawodność oraz ciągłość pracy na wypadek awarii jednego z przemienników lub elementu systemu sterowania lub sieci.

Przemienniki częstotliwości firmy Rockwell Automation mogą znaleźć też zastosowanie w trudnych i odpowiedzialnych procesach technologicznych o dużej efektywności energetycznej i odpowiedzialności. Poniżej został przedstawiony taki przykład z przemiennikiem częstotliwości innego typu niż poprzednio zastosowane.

Mieszadło elektromagnetyczne (*stirrer*) służy do mieszania żelaza i stali w celu ciągłego odlewania stali stopowych i stali specjalnych.

Przemieszczające się pole magnetyczne indukowane przez cewkę i indukowany prąd w ciekłym stopie wywołuje siły





Rys. 4. Jednokreskowy schemat najważniejszych elementów układu zasilania i sterowania prądem uzwojeń cewki *stirrer*a

mieszania. Zarówno kierunek, jak i amplituda siły mieszania jest kontrolowana poprzez sterowanie przemiennikiem częstotliwości.

Obecnie pracujące układy zasilania *stirrer*ów miały następujące deklarowane parametry:

- moc maksymalna  $P_{max}$  – 105 kW;
- prąd maksymalny  $I_{max}$  – 400 A.

Osiągnięcie tych parametrów w obecnie eksploatowanych układach sterowania było trudne z uwagi na straty ciepłe w przemiennikach częstotliwości zasilających cewki *stirrer*a.

Również konstrukcja i czas eksploatacji prowadziły do awarii i częstych przerw w pracy.

W celu zwiększenia wydajności oraz poprawy niezawodności zasilania *stirrer*ów zdecydowano się na modernizację istniejących układów sterowania i zasilania.

Unikalna wiedza specjalistów z firm Rockwell i TAKOM na temat procesów i zastosowane zaawansowane techniki do obliczania pól magnetycznych w płynnej stali pozwoliły na zaprojektowanie zoptymalizowanej konstrukcji układu sterowania mocą zasilania cewki *stirrer*a w oparciu o przemiennik firmy Rockwell typu PowerFlex 750ES i zoptymalizowanie konstrukcji dla maksymalnej wydajności i minimalnego zużycia energii. Prąd maksymalny ciągłej pracy *stirrer*a wynosi obecnie 600 A.

Zasada działania pozwala zobaczyć elastyczność nowoczesnych przemienników współgrających z procesem technologicznym w różnych aplikacjach.

Na rysunku 4 przedstawiono jednokreskowy schemat najważniejszych elementów układu zasilania i sterowania prądem uzwojeń cewki *stirrer*a.

Wyłącznik (Q1) wyposażony został w cewkę wybijkową oraz człon termiczno-zwarcioowy. Cewka wybijkowa została

podłączona do wyłącznika awaryjnego (SE) znajdującego się na zewnętrznej elewacji szafy. W ten sposób realizowane jest wyłączenie awaryjne układu.

Człon termiczno-zwarcioowy stanowi zabezpieczenie ziemno-zwarcioowe układu sterowania oraz przemiennika częstotliwości.

Transformator (T1) znajdujący się w torze zasilania przemiennika częstotliwości ma za zadanie obniżenie napięcia zasilającego przemiennik. Ma to na celu obniżenie przepięć generowanych do cewki *stirrer*a.

Stycznik (K1) jest sterowany ze sterownika PLC układu sterowania.

Został on zainstalowany, aby ograniczyć częstotliwość załączeń przemiennika z sieci do jednego załączenia na jedną minutę oraz aby ograniczyć prąd rozruchowy całego układu zasilania.

Przemiennik (UV1) przystosowany jest do stałej pracy z częstotliwością 2–6 Hz oraz prądem wyjściowym 600 A.

Na wyjściu przemiennika częstotliwości znajduje się filtr  $du/dt$  (1L1) z układem PEAK LIMITER, który zwraca przepięcia wyjściowe przemiennika do toru DC przemiennika częstotliwości.

Na wyjściu układu został zainstalowany rozłączniko-bezpiecznik (F1) z zainstalowanymi zworami nożowymi. To rozwiązanie ma zapewnić stworzenie widocznej przerwy w układzie podczas prac remontowych oraz umożliwić pomiar izolacji wyjściowej bez odpinania kabli.

Powyższe przykłady ilustrują możliwości przemienników częstotliwości dużych mocy. W Polsce obecnie istnieje kilka firm realizujących aplikacje z tymi urządzeniami.

Podsumowując, można przybliżyć działalność firmy TAKOM i jej możliwości.

Firma TAKOM założona w 1991 roku jest firmą inżynierską zajmującą się szeroko rozumianą automatyzacją procesów przemysłowych. Jednym z ważniejszych celów jest zwiększenie efektywności energetycznej w automatyce procesów przemysłowych, a dzięki temu ochrona środowiska przez redukcję emisji wytwarzanych przez przemysł szkodliwych związków do atmosfery. Proponowane przez firmę TAKOM rozwiązania techniczne usprawniają technologię produkcji oraz poprzez oszczędność energii elektrycznej – zmniejszają emisję  $CO_2$ . Działając na rynku polskim, wspiera polskie firmy oraz oddziały firm zagranicznych w Polsce w nowych inwestycjach, jak również w modernizacjach instalacji związanych z układami napędowymi. Zakres usług firmy obejmuje:

- audyt u klienta;
- opracowanie koncepcji realizacji;
- wykonanie projektów w zakresie elektrotechniki, automatyki, sterowania i wizualizacji;
- dostawa, montaż, uruchomienie i szkolenie z zakresu wykonanych instalacji;
- pomiary efektywności i oszczędności energii elektrycznej.

Specjalnością firmy TAKOM jest technika automatyzacji elektrycznych układów napędowych z wykorzystaniem przemienników częstotliwości niskiego i średniego napięcia (PCNN i PCSN) oraz układów łagodnego rozruchu (*softstart*). Oprócz dostawy, uruchomienia, okablowania i serwisu gwarancyjnego firma zapewnia także serwis pogwarancyjny.

Firma TAKOM wykonała ponad 300 aplikacji w sektorach:

- energetycznym;
- petrochemicznym;
- ciepłowniczym;
- wodno-kanalizacyjnym.

Referencje potwierdzają dużą wiedzę naukowo-techniczną i doświadczenie firmy TAKOM. Jednocześnie firma TAKOM zajmuje się robotyzacją i optymalizacją procesów produkcyjnych z wykorzystaniem robotów znanych na całym świecie marek. Oferowane są niekonwencjonalne rozwiązania tworzące zintegrowany projekt „pod klucz”, umożliwiając klientom w pełni wykorzystać dostępną technologię zwiększającą wydajność, dokładność, jakość i niezawodność.

Firma TAKOM jest autoryzowanym integratorem, serwisem i partnerem firm: Rockwell Automation, ABB, Danfoss, Eaton w zakresie dostaw przemienników częstotliwości średniego napięcia (SN) dużej mocy, także przemienników częstotliwości mniejszych mocy niskiego napięcia (NN), jak również ich serwisu oraz dostaw i serwisu systemów sterowania. Firma TAKOM posiada zintegrowany system zarządzania jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem: ISO 45001:2018, 9001:2015, 4001:2015

### 5. Wnioski

Przedstawione powyżej przykłady zastosowań przemienników częstotliwości dużej mocy pokazały szeroką gamę regulowanych układów napędowych. Efekty uzyskane dotyczą głównie efektywności energetycznej i możliwości jej poprawy w całej gospodarce krajowej.

Analiza efektów, jakie były przedstawione powyżej oraz w literaturze [1, 2, 3, 4], dokonana przez autorów artykułu pozwala stwierdzić, że co roku można zmniejszyć zużycie energii elektrycznej od 10% do 20%. W roku 2021 wyprodukowano w Polsce energię elektryczną o wartości:

$$E_{2021} = 173,6 \cdot 10^6 \text{ MWh}$$

Elektrownie węglowe wyprodukowały 70,6% tej energii, tj.:

$$E_{2021w} = 0,706E_{2021} = 122,5 \cdot 10^6 \text{ MWh}$$

Stąd, przyjmując średnią oszczędność 15%, może nastąpić zmniejszenie tej energii przez najbliższych kilka lat o wartość:

$$\Delta E = 0,15 \cdot 122,5 \cdot 10^6 = 18,4 \cdot 10^6 \text{ MWh}$$

Ilość zanieczyszczeń wytworzonych przy generacji energii  $\Delta E$  przez elektrownie węglowe można oszacować na podstawie wspomnianej literatury [1]. Podaje ona, że wygenerowanie 1 MWh powoduje powstanie:

- pyłu w ilości 0,061 kg;
- dwutlenku siarki  $\text{SO}_2$  w ilości 0,036 kg;
- tlenków azotu  $\text{NO}$  w ilości 1,48 kg;
- dwutlenku węgla  $\text{CO}_2$  w ilości 0,931 t.

Efekty ekonomiczne oszczędności energii elektrycznej o wartości  $\Delta E$  to:

- opłaty klimatyczne za wytwarzanie zanieczyszczeń;
- nakłady na utrzymanie ruchu elektrowni węglowych o mocy  $\Delta P_e$ ;
- koszt węgla i jego transport do elektrowni.

### 6. Podsumowanie

Przedstawione możliwości poprawy energetycznej efektywności są bardzo istotne wobec obecnej sytuacji w gospodarce krajowej (oraz całego świata). Zachwianie się równowagi surowców energetycznych na świecie może dawać dwa scenariusze:

- budowa nowych źródeł energii elektrycznej (odnawialnych);
- oszczędzanie energii elektrycznej.

Oszczędzanie energii elektrycznej jest w wielu dziedzinach gospodarki sprawdzone i dostępne. Przykłady aplikacji firmy TAKOM pokazują, jak efektywna i mądra działalność naukowo-techniczna pozwala rozwijać nowoczesne kierunki przemysłu:

- elektrycznego;
- informatycznego;
- maszyn elektrycznych.


Praktycznie nie ma ograniczeń tych aplikacji, jeśli chodzi o takie parametry, jak:

- moce silników, napędów elektrycznych (kilkadziesiąt MW);
- napięcia zasilania silników (6 kV, 15 kV), a nawet większe pojedyncze aplikacje;
- przemienniki częstotliwości (moce i napięcia podobnie jak silniki).

Ogólnie można stwierdzić, że pomaganie w rozwoju takich firm, jak TAKOM, bardzo dobrze służy gospodarce krajowej, jej nowoczesności i światowej produkcji oraz zastosowaniom.

### Literatura

- [1] SZULC Z.: *Zmniejszenie emisji  $\text{CO}_2$  i innych zanieczyszczeń generowanych przez elektrownie węglowe poprzez modernizację napędów elektrycznych pomp i wentylatorów*. „Napędy i Sterowanie” 9/2019.
- [2] JĘDRAL W.: *Pompy wirowe. Wydanie 2, zmienione*. Oficyna Wydawnicza PW, 2014.
- [3] KOZARA W.: *Wprowadzenie do napędu elektrycznego*. Oficyna Wydawnicza PW, 2018.
- [4] SZULC Z.: *Pompy. Pompowanie*. 1/2018.

 dr inż. Zbigniew Szulc – Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej Politechniki Warszawskiej  
dr inż. Marek Tarłowski – TAKOM Sp. z o.o., Dyrektor Techniczny

# Badanie drgań maszyn elektrycznych

Jakub Bernatt, Tadeusz Glinka, Artur Polak

## 1. Informacje wstępne

Drgania mechaniczne działają szkodliwie na łożyska, elementy konstrukcyjne maszyn elektrycznych i fundamenty, a poprzez wał i sprzęgło także na maszyny robocze. Drgania generują także hałas i powinny być ograniczane. W literaturze drgania opisuje się poprzez:

- przemieszczenie  $x(t)$ ;
- prędkość  $v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$ ;
- przyspieszenie  $a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d^2x(t)}{dt^2}$ .

W maszynach elektrycznych w zakresie częstotliwości od kilku Hz do 1 kHz korzystnie jest mierzyć wartość skuteczną prędkości drgań – rms (*Root Mean Square*).

$$v = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$

gdzie:

$v$ ,  $v(t)$  – wartość skuteczna i przebieg czasowy prędkości drgań;  
 $T$  – okres bądź przedział czasu, w którym oblicza się wartość skuteczną.

Prędkość drgań przyjęto podawać w [mm/s].

Jeśli wartość skuteczna prędkości drgań  $v$  w funkcji częstotliwości  $f = \frac{\omega}{2\pi}$  jest stała

$$v(t) = \sqrt{2}v \cdot \sin\omega t$$

$v = \text{constas}$

to przemieszczenie  $x(t)$  w funkcji częstotliwości  $f$

$$x(t) = x_0 - \frac{\sqrt{2}v}{2\pi f} \cdot \cos\omega t$$

a przyspieszenie

$$a(t) = 2\sqrt{2}\pi v f \cdot \cos\omega t$$

Pomiar prędkości drgań maszyn elektrycznych przeprowadza się na tarczach łożyskowych: DE (*Drive End*) – od strony napędu i N-DE (*Non-drive End*) od strony przeciwnej. Pomiar wykonuje się w trzech osiach: horyzontalnej – H (*horizontal*), wertykalnej – V (*vertical*) i poosiowej – A (*axial*). W maszynach o poziomej osi wału: H – jest osią poziomą prostopadłą do osi wału, V – osią pionową prostopadłą do osi wału, a oś A – jest równoległa do osi wału bądź pokrywa się z osią wału. Miejsca pomiarowe prędkości drgań pokazano na rys. 1.

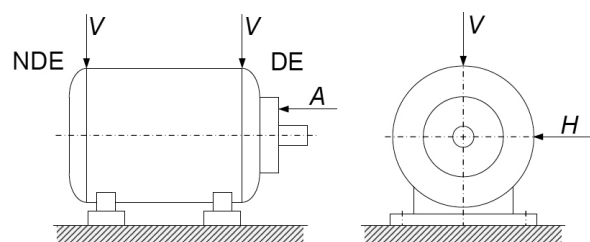
**Streszczenie:** Drgania są opisywane przez: przemieszczenie, prędkość i przyspieszenie. W maszynach elektrycznych drgania mierzone są w paśmie częstotliwości od kilku Hz do 1 kHz. W tym zakresie częstotliwości zaleca się mierzyć wartość skuteczną prędkości drgań. W artykule przedstawiono dwa przykłady niesymetrii osiowej obwodu magnetycznego silników elektrycznych i jej wpływ na prędkość drgań. Pierwszym z nich jest silnik indukcyjny pierścieniowy o mocy znamionowej 2500 kW i liczbie par biegunów  $p = 8$ , a drugi silnik synchroniczny o mocy znamionowej 13 750 kW i  $p = 2$ . Niesymetria osiowa pakietów blach stojana i rdzenia wirnika wpływa na prędkość drgań, w szczególności drgań osiowych węzła od strony przeciwnej do napędu  $A_{N-DE}$ .

Słowa kluczowe: drgania mechaniczne, maszyny elektryczne, niesymetria osiowa

## EXAMINATION OF VIBRATIONS OF ELECTRIC MACHINES

**Abstract:** The vibrations are described by: displacement, velocity and acceleration. In electric machines, vibrations are measured in the frequency range from a few Hz to 1 kHz. In this frequency range, it is recommended to measure the effective value of the vibration velocity. The article presents two examples of the axial asymmetry of the magnetic circuit of electric motors and its influence on the vibration velocity. The first case it is a ring induction motor with a rated power of 2500 kW and the number of pole pairs  $p = 8$ , and the second is a synchronous motor with a rated power of 13 750 kW and  $p = 2$ . The axial asymmetry of the stator and rotor core sheet packages affects the vibration velocity, in particular the axial vibrations of the node on the side opposite to the  $A_{N-DE}$  drive.

Keywords: mechanical vibrations, electrical machines, axial asymmetry



Rys. 1. Miejsca pomiarowe drgań na tarczach łożyskowych

Pomiary wartości skutecznej prędkości drgań przeprowadza się w zadanym paśmie częstotliwości, np. 0–1000 Hz. Mierniki pomiarowe drgań rejestrują w pamięci prędkość drgań w podanym paśmie częstotliwości, co umożliwia analizę harmoniczną drgań i określenie wartości skutecznej prędkości drgań.

Dopuszczalne poziomy prędkości drgań (rms) oraz przyspieszeń drgań (rms) podane są w normie PN-ISO 10816 z 2019 r. [6]. Bazując na tej normie, poziomy graniczne prędkości drgań rozpatrywane w tym artykule sklasyfikowano jako stan: dobry, dopuszczalny i niedopuszczalny. Dla maszyn elektrycznych o mocy znamionowej  $P_N > 1$  MW wartości graniczne rms drgań wynoszą:

- dobry H i  $V \leq \text{mm/s}$ ;
- dobry A do  $0,8 \leq \text{mm/s}$ ;
- dopuszczalny H i  $V \leq \text{mm/s}$ ;
- dopuszczalny A  $\leq \text{mm/s}$ ;
- niedopuszczalny H i  $V > \text{mm/s}$ ;
- niedopuszczalny A  $> \text{mm/s}$ .

Literatura drganiowa maszyn elektrycznych jest obszerna i dotyczy głównie drgań H i V. Dobrze rozpoznane są zależności między częstotliwością tych drgań i ich przyczyną. Na przykład drgania o częstotliwości obrotowej generuje układ mechaniczny maszyny (niewyważa wirnika, skrzywiony wał). Drgania o podwójnej częstotliwości napięcia zasilania generują niesymetrie rozkładu pola magnetycznego w szczelinie, których przyczyną może być jedno z uzwojeń bądź niesymetria obwodu magnetycznego. W artykule akcent położono na drgania osiowe A.

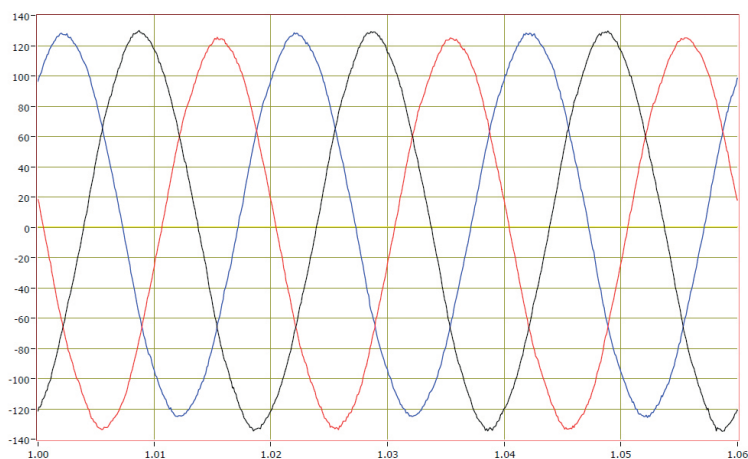
## 2. Drgania silnika A

Silnik indukcyjny pierścieniowy typu SYUe-1716s, o parametrach znamionowych:  $P_N = 2500$  kW,  $U_N = 6$  kV,  $I_N = 294$  A,  $U_{20} = 1740$  V,  $n_N = 370$  obr./min, napędza wentylator. Silnik był remontowany i po remoncie zamontowano go na stanowisku pracy. Po uruchomieniu silnika pomierzono drgania. Skuteczna prędkość drgań w punktach pomiarowych zaznaczonych na rys. 1 wyniosła:

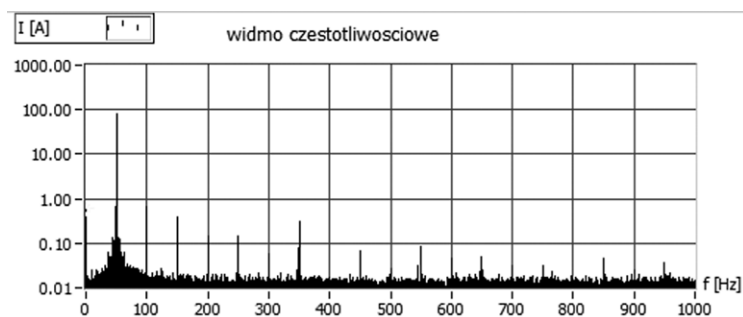
$$H_{DE} = 0,31 \text{ mm/s}, V_{DE} = 0,22 \text{ mm/s}, A_{DE} = 2,0 \text{ mm/s},$$

$$H_{N-DE} = 0,74 \text{ mm/s}, V_{N-DE} = 1,53 \text{ mm/s}, A_{N-DE} = 3,24 \text{ mm/s}.$$

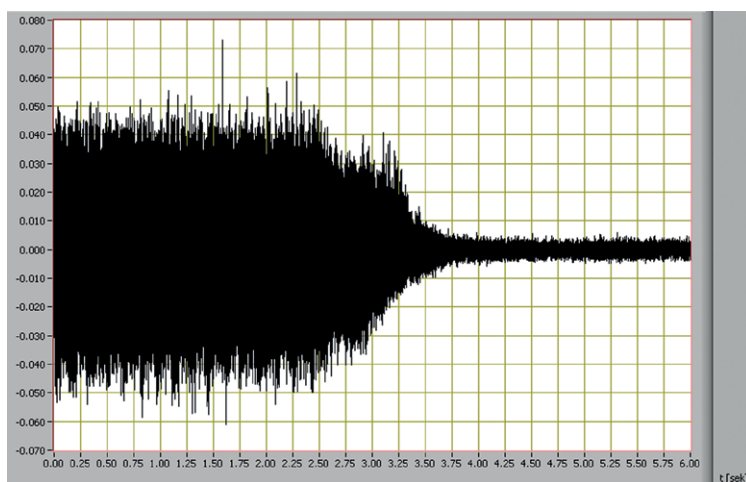
Drgania rms  $H_{DE}$  i  $V_{DE}$ , na tarczy łożyskowej od strony napędowej DE, są na poziomie drgań dobrych. Drgania rms  $A_{DE}$ ,  $H_{N-DE}$ ,  $V_{N-DE}$  są na poziomie drgań dopuszczalnych, a drgania  $A_{N-DE}$  przekraczają wartość drgań dopuszczalnych. Poszukiwano przyczyny powiększonych drgań  $A_{N-DE}$ . Zarejestrowano przebiegi prądów stojana przy biegu jałowym silnika, to jest przy zamkniętych klapach wentylatora. Przebieg prądu przedstawiono na rys. 2, a spektrum harmonicznego prądu na rys. 3.



Rys. 2. Przebiegi prądów stojana przy biegu jałowym silnika



Rys. 3. Spektrum harmonicznego prądu stojana, skala na osi rzędnych



Rys. 4. Przebieg drgań  $A_{N-DE}$  silnika na biegu jałowym i na wybiegu po wyłączeniu napięcia zasilania

Analiza harmoniczna prądu jednej fazy uzwojenia stojana wykazała, że harmoniczne  $f_\mu$  Hz mają wartości poniżej 1 A, czyli poniżej 1%, zatem przebieg prądu jest praktycznie sinusoidalny. Przyczyna drgań może być mechaniczna bądź elektromagnetyczna. Jednoznaczną identyfikację przyczyny drgań można zrobić, rejestrując drgania na wybiegu silnika. Przebieg

wartości chwilowych drgań  $A_{N-DE}$  podczas wyłączenia napięcia zasilania przedstawiono na rys. 4.

Po wyłączeniu napięcia drgania zanikają po czasie 1,25 s. Czas wybiegu silnika wynosi 900 s, a determinuje go moment bezwładności wentylatora. Z oscylogramu drgań wynika, że drgania silnika są generowane przez strumień magnetyczny w szczelinie. Po wyłączeniu napięcia zasilania strumień magnetyczny „przykleja” się do wirnika i wiruje z tą samą prędkością obrotową co wirnik. Strumień jest podtrzymywany przez prąd w uzwojeniu wirnika. Prąd w uzwojeniu wirnika zanika z elektromagnetyczną stałą czasową uzwojenia wirnika, która w przybliżeniu jest trzy razy mniejsza od czasu zaniku strumienia, dla tego silnika wynosi zatem około 0,4 s. Po zaniku strumienia wirnik wiruje, a drgań nie ma, co dowodzi, że drgania są generowane przez strumień magnetyczny. Podstawowa częstotliwość  $f$  drgań wzbudzanych przez strumień magnetyczny jest dwa razy większa od częstotliwości synchronicznej  $f_s$ , to jest od zmiany strumienia względem stojana. W tym przypadku częstotliwość synchroniczna  $f_s$  jest częstotliwością elektryczną prędkości obrotowej ( $pn_N$ ) wirnika.

$$f = 2f_s = 2 \frac{pn_N}{60} = \frac{8 \cdot 370}{60} = 98,6 \text{ Hz}$$

gdzie:

$p = 8$  jest liczbą par biegunów uzwojenia, a  $n_N = 370$  obr./min jest prędkością znamionową.

Ogłędziny położenia pakietu blach wirnika względem pakietu blach stojana ujawniły przesunięcie pakietów względem siebie o ok. 3 mm. Takie przesunięcie mogło powstać w czasie montażu silnika na ramie fundamentowej. Wirnik jest zamocowany na kołach łożyskowych. Kadłub stojana i koźły łożyskowe są zamocowane na jednej ramie utwierdzonej na fundamencie. Położenie kadłuba stojana można korygować względem wirnika w zakresie kilku milimetrów w osi A i osi H (rys. 1) w celu ustawienia symetrycznej szczeliny powietrznej między stojanem i wirnikiem i równego ustawienia pakietów blach stojana i wirnika. Po wyrównaniu ustawienia pakietów blach stojana i wirnika pomierzono drgania:



Rys. 5. Uszkodzone cewki uzwojenia stojana

$$\begin{aligned} H_{DE} &= 0,09 \text{ mm/s}, V_{DE} = 0,22 \text{ mm/s}, A_{DE} = 1,0 \text{ mm/s}, \\ H_{N-DE} &= 0,9 \text{ mm/s}, V_{N-DE} = 0,65 \text{ mm/s}, A_{N-DE} = 2,5 \text{ mm/s}. \end{aligned}$$

Drgania  $H_{DE}$  i  $V_{DE}$  były na poziomie dobrym, a  $A_{DE}$ ,  $H_{N-DE}$ ,  $V_{N-DE}$ ,  $A_{N-DE}$  na poziomie dopuszczalnym. Silnik z takim poziomem drgań dopuszczono do eksploatacji.

### 3. Drgania silnika B

Silnik synchroniczny typu AMS 900 SE, o danych znamionowych:  $P_N = 13\,750$  kW,  $\cos\phi = 1$ ,  $U_N = 6$  kV, układ – Y,  $I_N = 1\,349$  A, wzbudzenie:  $U_{JN} = 95$  V DC,  $I_{JN} = 9,9$  A,  $n_N = 1\,500$  obr./min. Silnik jest jawnobiegunowy i jest konstrukcyjnie przystosowany do rozruchu bezpośredniego przy zasilaniu z sieci trójfazowej o napięciu 6 kV. Funkcję klatki rozruchowej pełni: uzwojenie wzbudzenia i lite stalowe nabiegunki przykręcone śrubami do pieńków biegunów wzbudzenia. Silnik napędza turbosprężarkę. Czas rozruchu wynosi ok. 6 s.

Pierwsza awaria silnika wystąpiła po 18 latach eksploatacji. Na rysunku 5 pokazano miejsce wystąpienia uszkodzenia. Dwie cewki zewnętrzne uzwojenia, położone w dwóch sąsiednich żłobkach, w miejscach wyjścia cewek ze żłobków miały spaloną izolację przez łuk elektryczny, który wytopił częściowo także skrajne blachy zęba między tymi cewkami. Obraz z rysunku 5 jest charakterystyczny dla zwarcia zwojowego cewek uzwojenia.

reklama

## BALLUFF

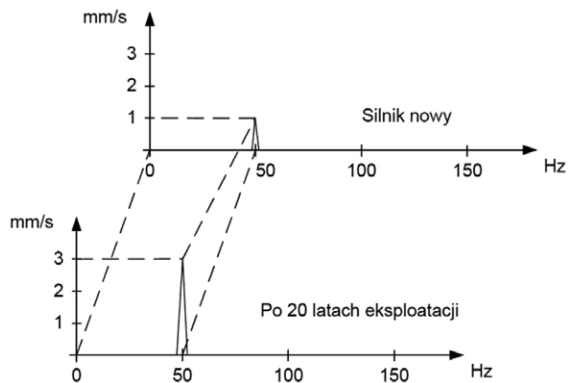
### Monitorowanie stanu maszyn i urządzeń.

Wprowadź oparte na danych, optymalne, prewencyjne utrzymanie ruchu z rozwiązaniami marki Balluff.



dowiedz się więcej

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



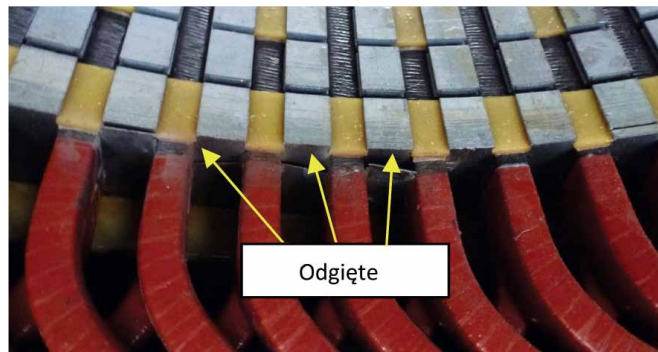
Rys. 6. Spektrum prędkości drgań  $A_{N-DE}$  silnika nowego i po regeneracji łożysk

Uszkodzone zastały cztery cewki, gdyż uzwojenie jest dwuwarstwowe i izolacja dolnych cewek, przy zwarciu cewek górnych, jest także zniszczona.

Naprawa silnika polegała na nagraniu stojana do temperatury około 400°C, wyjęciu uzwojenia i włożeniu do żłobków nowego uzwojenia. Po naprawie silnik pracował półtora roku. Zarejestrowano powiększoną temperaturę łożyska N-DE i powiększoną prędkość drgań silnika, w szczególności  $A_{N-DE}$ .



Rys. 7. Doziemienie uzwojenia w miejscu wyjścia cewki ze żłobka zaznaczone strzałką



Rys. 8. Widok odgiętych blach skrajnych zębów rdzenia stojana

reklama



**zrobotyzowany.pl**



Przemysł  
**ZROBOTYZOWANY**  
www.zrobotyzowany.pl

Prędkość drgań zmierzona na silniku nowym  $A_{N-DE} = 1,1$  mm/s, a wzrosła do wartości  $A_{N-DE} = 3,38$  mm/s, co pokazano na rys. 6. Częstotliwość drgań wynosiła 50 Hz. Wzrost drgań przypisano łożyskom i postanowiono przeprowadzić ich regenerację. Olej w łożyskach był zanieczyszczony cząstkami stałymi, które uszkodziły powierzchnię wału pod łożyskami i powierzchnię panewek łożysk.

Prędkość drgań silnika po wypolerowaniu wału i regeneracji łożysk:

$$H_{DE} = 0,76 \text{ mm/s}, V_{DE} = 1,03 \text{ mm/s}, A_{DE} = 0,82 \text{ mm/s},$$

$$H_{N-DE} = 0,62 \text{ mm/s}, V_{N-DE} = 1,02 \text{ mm/s}, A_{N-DE} = 2,96 \text{ mm/s}.$$

Prędkości drgań  $H_{DE}$ ,  $V_{DE}$ ,  $A_{DE}$ ,  $H_{N-DE}$ ,  $V_{N-DE}$ /s mieściły się w przedziale prędkości drgań dopuszczalnych, natomiast prędkość drgań  $A_{N-DE}$  przekraczała granicę prędkości drgań dopuszczalnych. Następnie przeprowadzono badanie prędkości drgań w czasie wybiegu silnika. Badania te wykazały, że wszystkie drgania zanikają po zaniku strumienia magnetycznego. W ten sposób wykazano, że źródłem drgań jest pole magnetyczne. Przy wybiegu maszyny zesprężonej z turbosprężarką w spektrum prędkości drgań  $A_{N-DE}$ , oprócz częstotliwości 50 Hz, pojawiają

się częstotliwości 39,38 Hz i 296 Hz o niewielkiej wartości. Drgania o częstotliwości 100 Hz nie występują, czyli niesymetria pola magnetycznego nie jest przyczyną wymienionych drgań, zatem źródło drgań o częstotliwości 39,38 Hz i 296 Hz jest nieznanne. Silnik włączono do eksploatacji. Po trzech miesiącach silnik uległ awarii, wystąpiło doziemienie uzwojenia stojana i zabezpieczenie silnika spowodowało jego wyłączenie.

Po wyjęciu wirnika zlokalizowano miejsce doziemienia. Na zdjęciu uzwojenia, rys. 7, strzałką zaznaczono miejsce doziemienia. Uszkodzenie izolacji jest mało widoczne, gdyż szybkie wyłączenie napięcia zasilania przez zabezpieczenie nie rozszerzyło się na zwarcie zwojowe. Stwierdzono, że jedna cewka uzwojenia ma przetartą izolację i ma przebicie izolacji do pakietu blach rdzenia stojana. Izolacja cewki została zeszkobana przez drgającą skrajną blachę pakietu. Pakiet był wykonany z blach o grubości 0,5 mm, w tym także blachy skrajne. Pakiet nie był usztywniony na czołach. Zęby skrajnych blach drgały i wyginały się na zewnątrz rdzenia. Uwidoczniono to na rys. 8.

Główki kilku zębów były wyłamane. W stojanie znaleziono ich fragmenty, a jedna główka wbiła się w uzwojenie wirnika. Na uzwojeniu wirnika widoczne były ślady po uderzeniu metalowych fragmentów blach.

Powiększone drgania  $A_{N-DE}$  należy przypisać odkształceniu pakietu blach. Wygięte skrajne zęby pakietu oraz wyłamane główki skrajnych zębów spowodowały niesymetrię osiową obwodu magnetycznego, która ujawniła się powiększoną prędkością drgań osiowych na węźle N-DE od strony przeciwnapędowej.

#### 4. Podsumowanie

Drgania można opisywać przez: przemieszczenie  $x(t)$ , prędkość

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$$

i przyspieszenie

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d^2x(t)}{dt^2}.$$

W maszynach elektrycznych w zakresie częstotliwości od kilku Hz do 1 kHz korzystnie jest mierzyć wartość sku-

teczną prędkości drgań – rms (*Root Mean Square*).

Przesunięcie osiowe pakietu blach wirnika względem pakietu blach stojana powoduje powiększenie prędkości drgań, w szczególności prędkości drgań osiowych na węźle od strony przeciwnej do napędu  $A_{N-DE}$ .

Niesymetria osiowa pakietów blach stojana i rdzenia wirnika może być spowodowana także deformacją mechaniczną jednego z nich i ona także ma wpływ na prędkość drgań, w szczególności drgań osiowych  $A_{N-DE}$ .

#### Literatura

- [1] DRAK B.: *Zagadnienia elektromechaniczne czoł uzwojeń stojanów maszyn elektrycznych dużej mocy prądu przemiennego*. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. „Elektryka”, z. 163, Gliwice 1998.
- [2] DRAK B., GLINKA T., KAPINOS J., MIKSIEWICZ R., ZIENTEK P.: *Awaryjność maszyn elektrycznych i transformatorów w energetyce*. Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL, Katowice 2013.
- [3] GLINKA T.: *Maszyny elektryczne i transformatory. Podstawy teoretyczne, eksploatacja i diagnostyka*. Wydawnictwo Instytutu Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL, 2015.
- [4] Казовский Е.Я.: *Переходные процессы в электрических машинах переменного тока*. Издательство Академии наук С.С.С.Р. 1962 г.
- [5] Norma PN-98/E-04700. Urządzenia i układy elektryczne. Wytyczne przeprowadzenia pomontażowych badań odbiorczych.
- [6] Norma PN-EN-ISO 10816 z 2019 r. Drgania mechaniczne. Ocena drgań maszyny na podstawie pomiarów na częściach nieruchomych – Część I: Wytyczne Ogólne.

▣ Jakub Bernatt, Tadeusz Glinka, Artur Polak  
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut  
Napędów i Maszyn Elektrycznych  
KOMEL, Katowice



#### 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

# Opracowanie oprogramowania systemu zarządzania projektami

Krzysztof Rejdych

Systemy wspomagające zarządzanie projektami stanowią w obecnych czasach ważną część infrastruktury w przedsiębiorstwach. Otaczająca nas rzeczywistość cechuje się szybko idącymi zmianami, wszechobecna informatyzacja pozwala na przyspieszenie procesu zmian. Obecne oprogramowanie na rynku IT przeznaczone do wspomagania zarządzania projektami jest w stanie zaoferować rozwiązania godne podziwu. Należałoby jednak zaznaczyć, że nie wszystkie należą do najtańszych. Niektóre z nich posiadają darmowy pakiet startowy, cechujący się posiadaniem limitu osób działających w projekcie. Inne zaś umożliwiają przetestowanie całej dostępnej funkcjonalności przy wykorzystaniu darmowej subskrypcji, jednak wiąże się to z okresowym dostępem, który wygasa po mniej więcej 2 tygodniach. Wtedy to pojawia się możliwość zrezygnowania z usługi lub możliwość zakupienia „pakietu” w celu dalszego korzystania.

Bezpieczeństwo można zdefiniować jako stan poczucia pewności. Nasuwa się pytanie przy okazji korzystania z serwisów zewnętrznych wspomagających zarządzanie projektami – czy dane przekazywane tym podmiotom są bezpieczne, czy można na nich polegać? Daleko idąca cyfryzacja spowodowała, że drobne zmiany, korekty w planie projektu można wykonać z poziomu smartfona. Jak jednak tego dokonać, gdy usługa jest nieosiągalna? Przyczyn braku funkcjonowania serwisu może być wiele: atak na infrastrukturę sieciową, awaria dysków i w konsekwencji utrata danych czy też najbardziej prozaiczne – nieopłacenie subskrypcji. Rzadko który producent przedstawia w reklamie swojej usługi parametr, jakim jest „Uptime”. Pojęcie to oznacza czas dostępności – w tym wypadku usługi pracującej w cyklu 24 godzin na dobę – stanowi swoistą miarę stabilności i niezawodności. Każdy interesariusz korzystający z usług pragnie mieć do nich dostęp w każdym miejscu i czasie, niestety dopiero w momencie braku dostępu pojawia się niepewność i niepokój.

Alternatywą rozwiązań chmurowych może być własne wdrożone oprogramowanie. Niewątpliwą zaletą jest wszechstronność konfiguracji. Jeśli planujemy wykorzystywać system zarządzania projektami tylko i wyłącznie na terenie organizacji, możemy ustanowić dostęp w sieci lokalnej (LAN/WLAN), tym samym automatycznie niwelujemy ryzyko zewnętrznych ataków. Chcąc uzyskać wysoką odporność na utratę danych, wystarczy skonfigurować cykliczne tworzenie kopii zapasowych bazy danych. Atutem oprogramowania jest możliwość edycji i rozbudowy funkcjonalności, ponieważ system został napisany w językach PHP i HTML.

W przypadku chęci dostępu do wdrożonej usługi z sieci globalnej, jaką jest Internet, niezbędne jest jedynie połączenie internetowe z przydzielonym publicznym adresem IP (w zależności od dostawcy konieczne może się okazać przekierowanie portów).

Ogólny zarys oprogramowania umożliwia harmonogramowanie czynności (zadań). Każdy projekt posiada możliwość dodania poszczególnych zadań. Zadania są przypisywane do użytkowników posiadających konto w systemie. Użytkownik zarządzający projektem posiada uprawnienia administratora, a tym samym możliwość edytowania nazw projektów, tworzenia nowych, przydzielania użytkowników. Dodatkową funkcjonalnością, jaka została zaimplementowana w oprogramowaniu, jest generowanie wykresu podsumowującego zakończone, obecne i nadchodzące projekty. Oprogramowanie przeznaczone jest dla zespołów projektowych w celu usprawnienia procesu zarządzania projektami.

Wymagania funkcjonalne<sup>1</sup>, jakie oferuje system do zarządzania projektami:

- logowanie użytkowników;
- dodawanie użytkowników;
- zarządzanie i edycja istniejących użytkowników;
- dodawanie projektów;
- wprowadzanie terminu rozpoczęcia i zakończenia projektu;
- zarządzanie i edycja istniejących projektów;
- dodawanie zadań;
- przydzielanie zadań do konkretnych projektów;
- przydzielanie zadań do poszczególnych użytkowników;
- zarządzanie i edycja istniejących zadań.

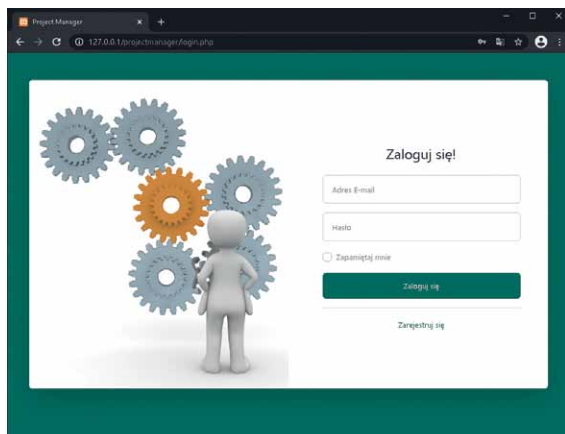
Do uruchomienia zaleca się użycie pakietu XAMPP. Jest to bezpłatne i otwarte oprogramowanie, które jest wieloplatformowym pakietem rozwiązań serwera WWW firmy Apache. Składa się z następujących elementów<sup>2</sup>:

- serwera HTTP<sup>3</sup> Apache;
- bazy danych MariaDB (wcześniej MySQL);
- interpretera języka skryptowego PHP;
- interpretera języka skryptowego Perl.

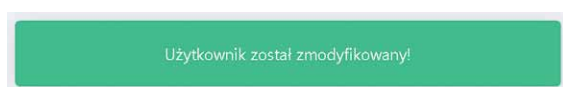
Po zaimportowaniu schematu i struktury bazy danych oraz strony internetowej oprogramowanie jest gotowe do użycia. System osiągalny jest pod adresem <http://127.0.0.1/projectmanager/>. Adres zależy również od zastosowanej adresacji karty sieciowej.

System został wyposażony w komunikaty informujące użytkownika o przebiegu danej operacji (sukces, informacja, błąd). Przykład operacji zakończonej sukcesem – modyfikacja istniejącego użytkownika (rys. 2).





Rys. 1. Strona logowania



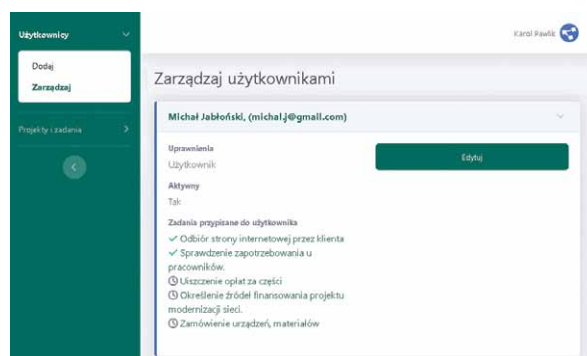
Rys. 2. Komunikat operacji zakończonej sukcesem

Przykład operacji zakończonej informacją – próba wyświetlenia wszystkich zapisanych projektów z pustej bazy danych (rys. 3).



Rys. 3. Komunikat operacji zakończonej informacją

Edycja użytkowników nie jest niezbędną częścią systemu, ale wysoce przydatną. Funkcja edycji została zaimplementowana. Aby z niej skorzystać, należy kliknąć na odnośnik z panelu bocznego – „Użytkownicy”, a następnie „Zarządzaj”.



Rys. 4. Zarządzanie kontem użytkownika

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

Tabela 1. Charakterystyka respondentów

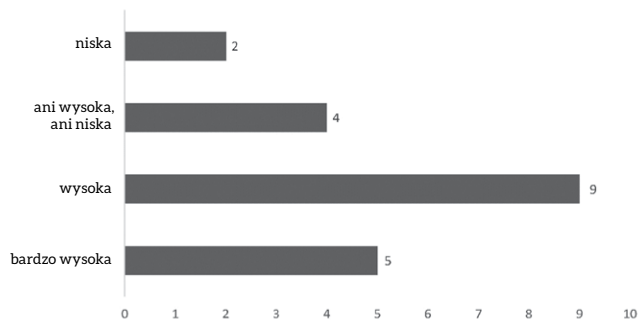
Kryterium		Udział (%)
Płeć	Kobiety	40%
	Mężczyźni	60%
Wiek	18–30 lat	50%
	31–40 lat	45%
	41–50 lat	5%
	powyżej 50	0%
Doświadczenie w realizacji projektów	1–3 projekty	30%
	4–6 projektów	35%
	7–10 projektów	15%
	powyżej 10 projektów	20%
Ocena przydatności systemu do zarządzania projektami	bardzo wysoka	25%
	wysoka	45%
	ani wysoka, ani niska	20%
	niska	10%
Ocena przejrzystości interfejsu systemu	bardzo dobra	45%
	dobra	50%
	przeciętna	5%
	słaba	0%
Czas użytkownika systemu	poniżej 3 dni	10%
	3–6 dni	15%
	7–14 dni	45%
	powyżej 2 tygodni	30%

Proces dodawania zadania, projektu, jak i również edycja są niezwykle proste i intuicyjne.

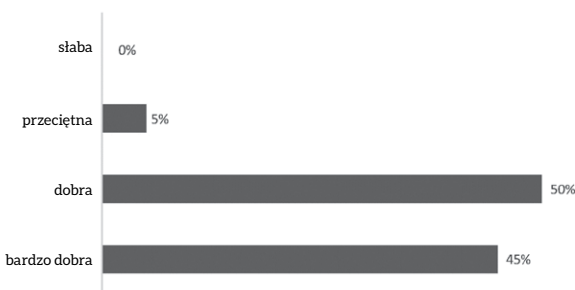
Przystępując do badań, jako główny cel obrano analizę funkcjonalności stworzonego oprogramowania. Zastosowanym narzędziem badawczym był kwestionariusz ankiety, składający się z metryczki oraz części głównej. W części głównej kwestionariusza badanych zapytano o przydatność systemu do zarządzania projektami (bardzo wysoka; wysoka; ani wysoka ani niska; niska) – respondenci mogli wskazać tylko jedną odpowiedź. Respondentami były osoby pracujące w zespołach projektowych. W opisywanym badaniu uczestniczyło 20 osób. Badana grupa nie jest liczna ze względu na niską liczbę osób specjalizujących się zarówno w branży IT, jak i zarządzaniu projektami, ponadto po 20 ankiecie zaobserwowano nasycenie próby. Tabela 1 przedstawia dokładną charakterystykę respondentów.

Respondentami w większości byli mężczyźni (60%) ze zróżnicowanym doświadczeniem w realizacji projektów (35% badanych zrealizowało od 4 do 6 projektów), w przedziale wiekowym 18–30 lat (50%).

Wyniki przeprowadzonego badania pokazały, że ocena przydatności systemu do zarządzania projektami znajduje się na wysokim poziomie (wykres 1). Aż 9 respondentów wskazało



Wykres 1. Ocena przydatności systemu do zarządzania projektami (opracowanie własne)



Wykres 2. Ocena przejrzystości interfejsu systemu (opracowanie własne)

właśnie tę odpowiedź w ankiecie, stanowiąc tym samym 45% udziału. Na drugim miejscu badani ocenili przydatność programu na bardzo wysokim poziomie – taka odpowiedź została wybrana przez 5 osób (25% wszystkich respondentów).

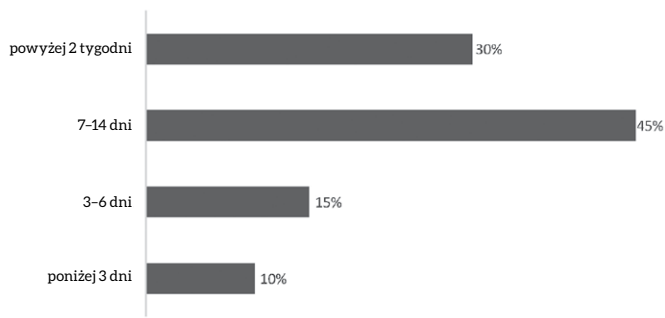
Z powyższego rozkładu odpowiedzi można sformułować wniosek, że implementacja projektu została wykonana poprawnie, a cały system do zarządzania projektami może być pomyślnie wdrożony jako jedno z rozwiązań usprawniających pracę zespołów projektowych.

Niezwykle cenną informacją pozyskaną z przeprowadzonego badania jest przejrzystość interfejsu (wykres 2).

W badaniu respondenci wskazali, iż przejrzystość interfejsu jest na dobrym poziomie – aż 50% badanych wybrało taką odpowiedź. Na drugim miejscu ankietowani wybrali odpowiedź wskazującą, że przejrzystość interfejsu jest na bardzo dobrym poziomie, stanowiąc 45% udziału. Ważny jest również fakt, że żaden z uczestników badania nie wybrał odpowiedzi mówiącej o słabej przejrzystości interfejsu.

Nasuwa się wniosek mówiący, iż interfejs został poprawnie zaimplementowany. Przejrzystość interfejsu pozytywnie wpływa na komfort pracy i zwiększenie wydajności. Nowoczesny i intuicyjny wygląd oraz prostota sprawiają, że użytkownicy chętnie korzystają z zaproponowanego systemu.

Przeprowadzone badanie w swoich wynikach pokazało, że respondenci w większości korzystali z systemu przez okres od 7 do 14 dni – odpowiedź ta stanowiła 45% całkowitego udziału



**Wykres 3.** Przedstawienie czasu używania systemu (opracowanie własne)

(wykres 3). Na drugim miejscu znajdował się okres używania oprogramowania przez ponad 2 tygodnie; taka odpowiedź została wskazana przez 6 respondentów, stanowiących 30% ankietowanych.

Z powyższego rozkładu odpowiedzi można wysnuć wniosek, że system do zarządzania projektami jest stabilny i nie zawodzi użytkowników wykorzystujących potencjał oprogramowania. Początkowo założone cele i założenia projektu zostały zrealizowane. Istnieją możliwości wzbogacenia systemu o kolejne funkcjonalności. Oprogramowanie do zarządzania projektami można w przyszłości rozbudować o dodatkowe funkcje, na przykład:

- automatyczne generowanie diagramu Gantta;
- synchronizację z kalendarzem Google;
- możliwość prowadzenia rozmów tekstowych z innymi użytkownikami.

### Przypisy


1. Wymagania funkcjonalne – stwierdzające, jakie usługi ma oferować oprogramowanie oraz jak ma reagować na określone dane wejściowe i jak ma się zachowywać w określonych sytuacjach.
2. NAIK P., NAIK G.: *Exploring Object Oriented and Database Programming Concepts of PHP - Harnessing the Power of XAMPP*. Evincepub Publishing, 2019.
3. HTTP to skrót od *Hypertext Transfer Protocol*, oznacza protokół wymiany danych. Jest podstawą komunikacji w sieci WWW.

Artykuł powstał na podstawie pracy magisterskiej.

 mgr inż. Krzysztof Rejdych

Promotor prof. zw. dr hab. inż. Igor Piotr Kurytnik – Kierownik Zakładu Inżynierii Procesów i Jakości Małopolskiej Uczelni Państwowej im. rtm. W. Pileckiego w Oświęcimiu, Konsultant ds. rozwoju firmy Limatherm Sensor w Limanowej.


reklama



# Darmowa e-prenumerata!

www.nis.com.pl

**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny



# Wprowadzenie do technologii BIM

Aleksander Nicał, Elżbieta Szmigiera, Kostiantyn Protchenko, Krzysztof Kaczorek

## 1. Zintegrowany proces inwestycyjny (IPD)

Dynamiczny rozwój rynku budowlanego na świecie w ciągu ostatnich lat jest przyczyną całkowitej przemiany przebiegu procesu inwestycyjno-budowlanego: od tradycyjnego modelu DBB (ang. *Design-Bid-Build*) – projektowania, wyboru wykonawcy i realizacji – do procesu IPD (ang. *Integrated Project Delivery*) – zintegrowanej realizacji inwestycji (często: zintegrowanego procesu inwestycyjnego lub zintegrowanej realizacji projektu). Przyczyną tej transformacji jest gwałtowny wzrost poziomu urbanizacji i gęstości zaludnienia, jak również rozwój technologii stosowanej w budownictwie, a tym samym większa złożoność konstrukcji oraz silniejsza presja redukcji czasu i kosztów [26].

W modelu tradycyjnym DBB wyróżnia się następujące etapy podstawowe:

- zaprojektowanie obiektu budowlanego;
- wybór wykonawcy;
- realizacja projektu.

Każdy z uczestników procesu inwestycyjnego jest indywidualnie odpowiedzialny za wykonanie swojej części projektu i każda z nich powstaje odrębnie. Sposób wymiany danych w postaci wydruków, plików PDF lub dokumentacji wymaganej przepisami prawa budowlanego nie odpowiada współczesnym potrzebom i narzędziom informatycznym wspomagającym różne fazy procesu inwestycyjnego i eksploatacji budowli [27].

Dotychczasowy model charakteryzuje się występowaniem możliwych rozbieżności w wymianie informacji między uczestnikami procesu budowlanego oraz inwestorem, a także związanymi z tym kosztami i opóźnieniami [28]. Jednym z rozwiązań, które może usprawnić komunikację w procesie inwestycyjno-budowlanym, jest przejście do modelu IPD. Nadrzędnym celem modelu IPD jest efektywne projektowanie, które można osiągnąć przy współdziałaniu wszystkich podmiotów (jak inwestorzy, projektanci, wykonawcy, klienci) wytwarzających i zarządzających informacjami o obiekcie. Dzięki temu projekty zyskują przejrzystość, wysoką jakość oraz mają gwarantowaną zgodność kosztów i terminów. Jednak osiągnięcie wysoce satysfakcjonujących wyników jest równoważne z koniecznością zastosowania nowych, zaawansowanych narzędzi i rozwiązań, co wiąże się przede wszystkim z przejściem do technologii BIM (ang. *Building Information Modeling*).

## 2. Praktyczne aspekty pracy w środowisku BIM

W każdej firmie, która chce stosować BIM, jego wdrożenie może nastęrczyć pewnych trudności, gdyż wymaga zmiany kultury pracy w środowisku cyfrowym oraz zaufania do całego otoczenia inwestycyjnego [29]. Zarówno dla dużych, jak i małych

firm budowlanych przejście na metodę pracy BIM staje się kluczowym działaniem mającym na celu utrzymanie konkurencyjności. Dzięki kompleksowemu podejściu do tematu projektowania, realizacji oraz eksploatacji obiektów zmiana sposobu pracy z 2D na BIM gwarantuje wzrost jakości oraz wartości usług oferowanych inwestorom, klientom i zarządcom obiektów [30].

Według definicji BIM to cyfrowy zapis fizycznych i funkcjonalnych właściwości obiektu budowlanego, w formie parametrycznej, służący do generowania, wykorzystania i zarządzania danymi o budowlu w formie źródła wiedzy w pełni dostępnego dla uczestników procesu inwestycyjnego i stanowiący podstawę podejmowania decyzji w trakcie pełnego cyklu funkcjonowania: od pierwszej koncepcji, przez projektowanie, budowę i eksploatację, do rozbiórki budowli [31]. Akronim BIM może mieć kilka interpretacji:

- *Building Information Model* – model budowli uzupełniony o informacje;
- *Building Information Modeling* – proces modelowania informacji o budowli;
- *Building Information Management* – zarządzanie informacją o budowli.

Zawartość informacyjna elementów modelu nie jest w sposób kategoriowy zdefiniowana, wprowadzono jedynie podział na poziomy zaawansowania projektu, co pozwala określić wymagania co do jego zawartości.

### 2.1. Poziomy zaawansowania projektu (LOD)

W terminologii BIM projekt może być sklasyfikowany według poziomu zaawansowania – specyfikacji LOD (ang. *Level of Development*). Projekt stworzony w środowisku BIM o wysokim poziomie LOD rzeczywiście odzwierciedla obiekt, który ma powstać, dzięki czemu projekt jest optymalnie zaprojektowany, a wymagane zasoby są określone na poziomie minimalizującym ewentualne straty [32]. Obecnie rozróżnia się 6 definicji w specyfikacji LOD [33]:

- LOD 100 – element modelu jest przedstawiony graficznie w ogólnym kształcie za pomocą symbolu;
- LOD 200 – element modelu jest przedstawiony graficznie w ogólnym kształcie, z przybliżonymi informacjami dotyczącymi wielkości, kształtu, położenia, zorientowania i ilości;
- LOD 300 – element modelu jest przedstawiony graficznie w odpowiadającym rzeczywistości kształcie wraz z dokładnymi informacjami dotyczącymi wielkości, kształtu, położenia, zorientowania i ilości;
- LOD 350 – ma cechy LOD 300, do tego określone są relacje elementu modelu z innymi elementami budynku;

- LOD 400 – ma cechy LOD 350, ponadto określone są cechy dotyczące produkcji, montażu, instalacji;
- LOD 500 – element modelu jest zweryfikowany na budowie i odpowiada rzeczywistości pod względem wielkości, kształtu, położenia, zorientowania i ilości.

Większość modeli powstaje od razu w dość zaawansowanym stopniu (LOD 350÷LOD 400). Wynika to z kilku powodów:

- wysoki poziom szczegółowości zapewnia spełnienie wymagań projektu budowlanego, zawartych w [34], które stanowią, że część rysunkowa projektu na cele uzyskania pozwolenia na budowę powinna zawierać m.in. układ funkcjonalno-przestrzenny obiektu, jego rozwiązania budowlano-konstrukcyjne itd., z nawiązaniem wszystkich elementów do poziomu terenu, rodzaju konstrukcji i jej przekrojów;
- modele wzbogacone o tekstury powierzchni i szczegóły geometryczne nadają się do stworzenia wizualizacji obiektu;
- dzięki takiemu przedstawieniu elementów przy przygotowaniu projektu budowlanego można zminimalizować liczbę modyfikacji elementów pod kątem projektu wykonawczego [35].

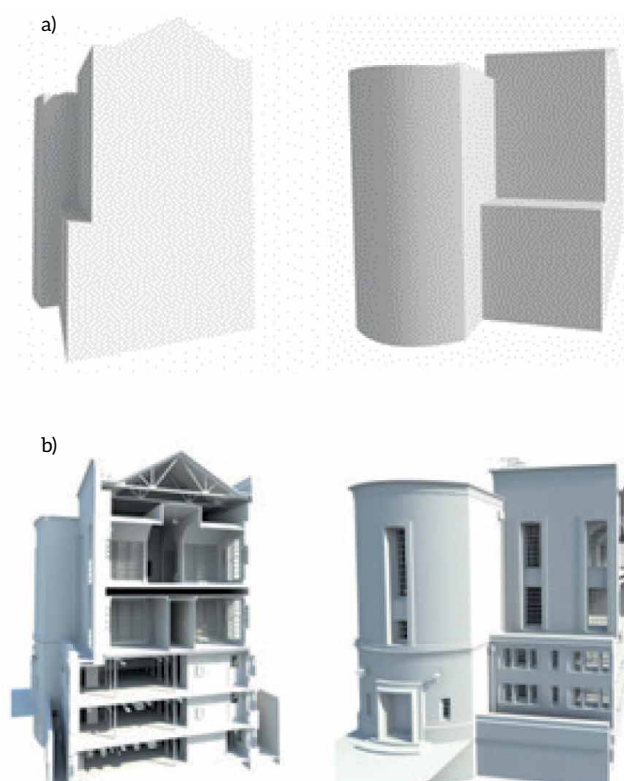
Poszczególne komponenty mogą zawierać informacje dotyczące materiałów i ich charakterystyk, koszty, terminy możliwej dostawy, dane kontaktowe niezbędne do nabycia materiałów, informacje dotyczące bezpieczeństwa pożarowego, skany dokumentów i pozwoleń różnego rodzaju, a także wiele innych. Umożliwia to również oszacowanie późniejszych kosztów związanych z eksploatacją obiektów. Stosowanie specyfikacji LOD definiuje wymaganą zawartość modelu na różnych etapach zaawansowania projektu. Szczególnie pomocne jest korzystanie z klas LOD w aspekcie komunikacji i ustalenia początkowych wymagań projektu. Przedstawienie wizji projektanta oraz wymagań zleceniodawcy jest możliwe w łatwy i przejrzysty sposób [33]. Zwizualizowanie różnych poziomów zaawansowania zostało przedstawione na rys. 1: część a) przedstawia obiekt w ogólnym kształcie, natomiast część b) pokazuje obiekt uzupełniony o szczegóły.

## 2.2. Klasyfikacja BIM

Przebieg procesu BIM w pewnym stopniu zależy od używanego oprogramowania i oferowanych przez niego możliwości. Na wybór oprogramowania wpływa fakt, do czego i na którym etapie inwestycji dany program zostanie użyty, więc każda ze stron wybiera oprogramowanie odpowiednie do osiągnięcia swoich celów. Współpraca wszystkich stron w ramach jednego, konkretnego pakietu oprogramowania może się wydawać łatwiejsza, jednak tworzenie konkretnego, zamkniętego środowiska BIM generuje ryzyko wykluczenia rozwiązań potencjalnie korzystnych dla całego przedsięwzięcia, natomiast zróżnicowanie oprogramowania może mieć pozytywny wpływ na możliwości i zakres współpracy [37]. W związku z tym wyodrębniono dwie metody pracy przy wykorzystaniu koncepcji: Closed BIM oraz Open BIM.

### Closed BIM

Współpraca w koncepcji Closed BIM odbywa się w ramach jednej platformy systemowej z natywnymi interfejsami



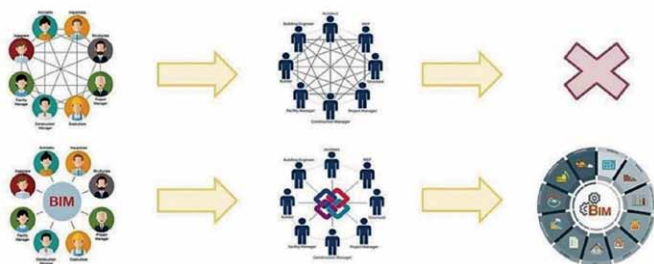
Rys. 1. Różne poziomy LOD w praktyce: a) LOD 100; b) LOD 400 [36]

wymiany plików. Praca w tym trybie może się odbywać na dwa sposoby. Pierwszy polega na pracy z połączonymi plikami. W tym trybie każdy użytkownik pracuje na własnym modelu i regularnie wymienia go z pozostałymi uczestnikami procesu. Drugim sposobem jest praca w czasie rzeczywistym na jednym modelu, który jest przechowywany w chmurze lub na serwerze. Jest to proste i wystarczające rozwiązanie w przypadku mniejszych projektów z niewielką liczbą podmiotów zaangażowanych w proces.

### Open BIM

W 1994 r. powstało stowarzyszenie 12 firm pod nazwą IAI (ang. *International Alliance for Interoperability*), powołane przez firmę Autodesk. Jego celem było stworzenie zbioru definicji klas obiektów jako neutralnego produktu [38]. Stowarzyszenie wchodzi w skład ISO (ang. *International Standards Organization*) i zajmuje się standaryzacją danych w systemach informacyjnych. IAI określiło cele dla później powołanej organizacji buildingSMART, która ma odpowiadać za rozwój interfejsów wymiany danych.

Organizacja buildingSMART wskazuje, że termin „Open BIM” odnosi się do „uniwersalnego podejścia do wspólnego projektowania, realizacji i eksploatacji budynków w oparciu o otwarte standardy i przepływy pracy”. Technicznie koncepcja Open BIM polega na stosowaniu neutralnych i otwartych interfejsów wymiany, którymi są formaty IFC (ang. *Industry Foundation Classes*) i BCF (ang. *BIM Collaboration Format*).



Rys. 2. Współpraca w ramach Closed BIM i Open BIM [39]

Każda ze stron wykonuje odpowiednią część modelu, a następnie indywidualne modele składowe tworzą razem centralny model cyfrowy (rys. 2). Gdy zachodzi potrzeba modyfikacji obiektu, po naniesieniu zmian można go ponownie wyeksportować albo zaktualizować tę część, która została zmodyfikowana. Eksportowanie i importowanie modeli wydaje się dość łatwe, niemniej pojawia się problem związany z faktem, że wprowadzane zmiany powinny być uzgodnione z pozostałymi uczestnikami procesu inwestycyjno-budowlanego.

Idea Open BIM powinna być szczególnie mocno wspierana przez użytkowników, którzy cenią pluralizm w oprogramowaniu i nie lubią ograniczeń, dyktatu cenowego czy licencyjnego narzucanego przez monopolistów. Oprócz tego IFC, jako format neutralny, spełnia warunki zamówień publicznych. W niektórych krajach wprowadzono stosowne regulacje prawne, które dotyczą tego zagadnienia [35].

Oprócz podziału na Closed BIM i Open BIM istnieje rozróżnienie na wewnętrzny Little BIM oraz zewnętrzny Big BIM.

### Little BIM (mały BIM)

Mały BIM oznacza koordynację współpracy w ramach jednej firmy przez zapewnienie kompatybilnych narzędzi analizy i/lub modelowania oraz sprawnej i bieżącej wymiany danych między pracownikami realizującymi różne etapy projektu.

### Big BIM (duży BIM)

Duży BIM polega na interdyscyplinarnej współpracy przedstawicieli różnych firm, reprezentujących różnorodne branże zaangażowane w proces inwestycyjny. Jednak aby taka współpraca była możliwa, konieczne jest zapewnienie spójności i płynności w procesie wymiany informacji.

Zgodnie z wymienionymi czterema sposobami klasyfikacji złożoność rozwiązania BIM wzrasta w jednym przypadku od małego BIM do dużego BIM, a w drugim od zamkniętego BIM do otwartego BIM. W rzeczywistości tylko rozwiązanie Open/Big BIM spełni wymagania nowatorskości i praktyczności. W tym kontekście należy wspomnieć, że koncepcja Open BIM ma na celu opracowanie i wdrożenie światowych standardów wymiany danych w branży budowlanej. Ponadto organizacja buildingSMART stworzyła system certyfikacji rozwiązań programowych według identycznych standardów.

Zastosowanie rozwiązań Open/Big BIM ma następujące zalety:

- umożliwia wszystkim uczestnikom procesu inwestycyjnego korzystanie z preferowanego systemu oprogramowania, który najlepiej odpowiada ich wymaganiom;
- pozwala na korzystanie z ustalonych interfejsów wymiany, dzięki którym można przekazywać informacje do innych systemów i rozwiązań programowych;
- umożliwia dostawcom oprogramowania wdrażanie nowej funkcjonalności bazującej na określonych standardach wymiany danych;
- obejmuje wszystkie etapy inwestycji niezależnie od wersji i stosowanych systemów oprogramowania;
- podnosi jakość projektu, ponieważ istnieje możliwość sprawdzenia wszystkich kluczowych czynników na cyfrowym modelu BIM, co pozwala na uniknięcie kolizji i błędów projektowych.

### 2.3. Poziomy rozwoju BIM

Koncentrując się na procesie wdrażania technologii BIM, w branży budowlanej rozróżnia się kilka poziomów BIM [40].

**Poziom 0 BIM** charakteryzuje się rysunkami 2D, wydrukami lub elektroniczną dystrybucją dokumentacji. Nie występuje zintegrowane planowanie, dlatego nie jest to jeszcze wdrożenie BIM.

**Poziom 1 BIM** to połączenie planowania 2D i 3D bez zarządzanej współpracy między różnymi dyscyplinami. Poziom ten jest bardzo często spotykany w firmach projektowych.

**Poziom 2 BIM** charakteryzuje się różnymi modelami 3D używanymi oddzielnie przez każdego uczestnika procesu inwestycyjnego. Nie istnieje współdzielony model. Do walidacji używany jest standardowy format danych do wymiany. W krajach na całym świecie powszechną praktyką jest osiągnięcie określonego odsetka projektów BIM na poziomie 2 na budowach publicznych.

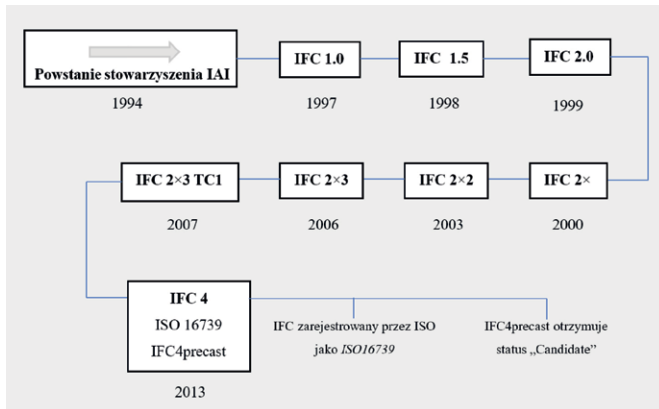
**Poziom 3 BIM** reprezentuje pełną integrację wszystkich branż przy wykorzystaniu wspólnego modelu, który jest przechowywany w centralnej bazie danych. Wszyscy uczestnicy mają do niego dostęp i mogą pracować wspólnie na scentralizowanym modelu BIM [41].

### 2.4. Otwarte interfejsy IFC oraz BCF

#### Interfejs IFC

IFC to neutralny i otwarty interfejs wymiany danych, który nie jest kontrolowany przez producentów oprogramowania. Jest to bazowy format plików oparty na modelu danych opracowanym przez buildingSMART w celu ułatwienia interoperacyjności w branży budowlanej. Pliki zapisane w standardzie IFC mają wspólny schemat danych pozwalający na ich utrzymanie i wymianę między różnymi rozwiązaniami działającymi zgodnie z technologią BIM. W 2013 r. interfejs IFC został zarejestrowany przez ISO jako oficjalna międzynarodowa norma ISO 16739 [42].

Specyfikacja IFC przeszła wiele udoskonaleń i usprawnień od momentu stworzenia IFC 1.0 w 1997 r. Interfejs IFC ciągle się rozwija. Ostatnią wersją, którą opracowano w 2013 r., była IFC4. Jednak zajęło to kilka lat, zanim obecna wersja została



Rys. 3. Rozwój interfejsu IFC

wdrożona w oprogramowaniu branżowym. Historia stworzenia interfejsu IFC została pokazana na rys. 3.

Bardzo ważnym aspektem jest zapewnienie prawidłowego importu oraz eksportu danych zgodnie ze wymaganymi standardami. Z tego względu oprogramowanie powinno gwarantować, że wszystkie elementy, struktura i informacje o projekcie zostaną odpowiednio przekazane.

Obecna certyfikacja oprogramowania jest prowadzona przez organizację buildingSMART oraz członków grup MSG (ang. *Model Support Group*) i ISG (ang. *Implementer Support Group*). Sprawdzana jest zarówno możliwość importu, jak i eksportu danych IFC, przy uwzględnieniu następujących wymogów wymiany:

- Arch – model projektowy architekta;
- Struct – model obliczeniowy konstruktora;
- MEP – model instalacyjny.

Wszystkie wyszczególnione opcje wymiany danych muszą być obsługiwane, aby aplikacja wczytująca dane działała zgodnie z przeznaczeniem i funkcjonalnością [43]. Listę certyfikowanego oprogramowania można znaleźć na stronie organizacji buildingSMART. Nadal najczęściej używaną wersją specyfikacji jest IFC2x3, ponieważ prace związane z certyfikacją oprogramowania według IFC4 wciąż trwają.

Otwarty format zapisu IFC powstał na bazie formatu STEP (ang. *Standard for the Exchange of Product Model Data*) [32]. IFC to nie tylko format wymiany, lecz także schemat, tj. struktura danych lub specyfikacja. Schemat IFC można traktować jako „system pamięci” do organizowania i przenoszenia danych cyfrowych. Schemat IFC wyraża się w różnych formatach plików, najczęściej w STEP, takich jak IFC-SPF, ale także jako plik XML lub ZIP.

**IFC-SPF** albo po prostu IFC to format tekstowy, który ma kompaktowe wymiary i jest najczęściej stosowany.

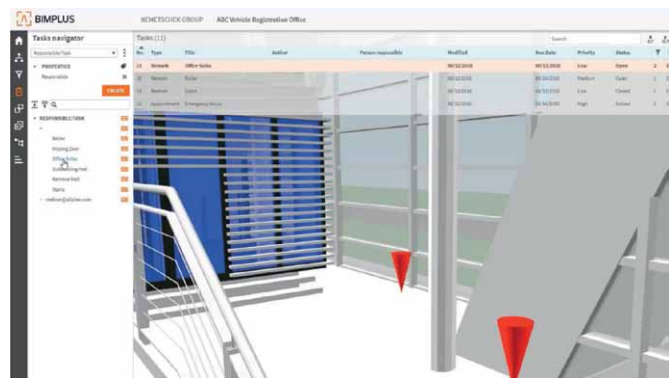
**IFC-XML** to format w uniwersalnym i rozszerzalnym języku znaczników XML (ang. *Extensible Markup Language*). Choć XML jest bardziej popularnym językiem programowania, IFC-XML ma większy rozmiar pliku niż IFC-SPF i z tego powodu stosuje się go rzadziej.

**IFC-ZIP** to skompresowany format ZIP pliku IFC-SPF albo IFC-XML. Plik IFC-ZIP zwykle kompresuje 60–80% IFC-SPF i 90–95% IFC-XML.

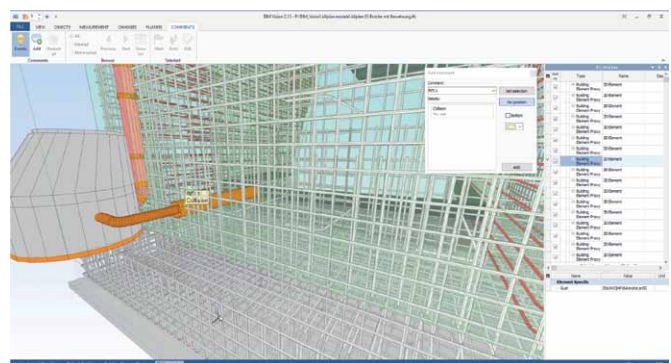
Na zawartość plików w formacie IFC składają się:

- definicja i pochodzenie: obiekt, nazwa, funkcja;
- cechy: materiał, kolor, właściwości;
- zależności między:
  - przedmiotami (np. ściany, płyty, okna),
  - aspektami (np. wydajność, kalkulacja kosztów),
  - procesami (np. instalacja, montaż),
  - ludźmi (np. właściciele, projektanci, wykonawcy, kierownicy) [39].

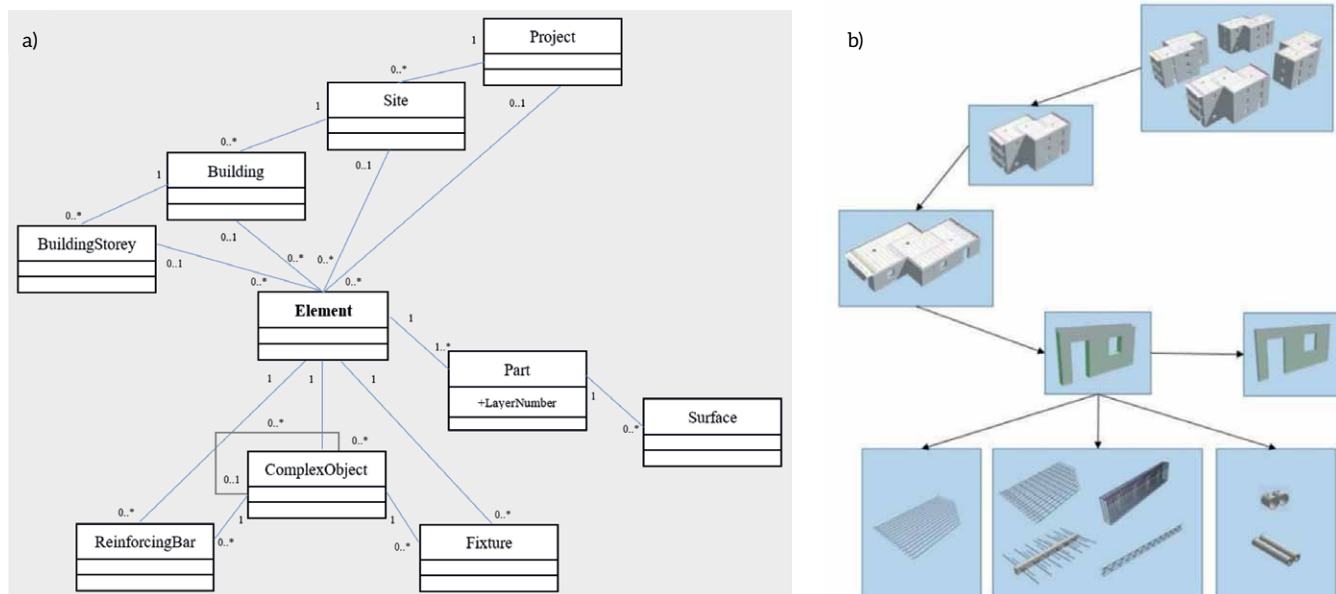
Podnosi się kilka zarzutów dotyczących się stosowania formatu IFC, np. to, że format nie jest przyjęty przez wszystkich producentów oprogramowania lub że nie przenosi wszystkich danych. Jest to raczej wynikiem nieprawidłowego opracowania projektu w oprogramowaniu lub niewłaściwego eksportu. Format IFC jest uniwersalny, obsługiwany przez wiele programów – jest to jedyny dopuszczalny format plików w zamówieniach publicznych przy projektowaniu BIM [35]. Pliki IFC pozwalają innym uczestnikom procesu inwestycyjno-budowlanego, nieposiadającym odpowiedniego oprogramowania, włączyć się w koordynację i kooperację, np. za pomocą rozwiązań online. Na rys. 4 pokazano przykład takiej współpracy na modelu obiektu o konstrukcji prefabrykowanej [28]. Osoba spoza organizacji może otrzymać dostęp do przeglądu centralnego modelu i dodać zadania, wskazać ewentualne niezgodności i błędy. Następnie osoba odpowiedzialna za wykonanie zadania zostanie poinformowana o tym e-mailem, a właściwa informacja pojawi się w programie stosowanym podczas tworzenia tego elementu.



Rys. 4. Przypisanie zadań (platforma BIMplus) [44]



Rys. 5. Wykrycie kolizji (przeglądarka BIMVision, model wykonano w programie Allplan) [45]



Rys. 6. Interfejs IFC4precast: a) struktura modelu obiektu; b) struktura obiektu z punktu widzenia użytkownika [46]

Model wyeksportowany w formacie IFC może być przekazany jednej z przeglądark, gdzie następnie można zbierać wszystkie dane o projekcie, w tym dodawać rewizję projektu albo sprawdzić kolizję między elementami, co pozwala wyeliminować możliwe błędy już na wcześniejszym etapie tworzenia dokumentacji projektowej. Zostało to pokazane na rys. 5.

#### Interfejs IFC4precast

Elementy prefabrykowane stają się coraz bardziej skomplikowane, w związku z tym rośnie zapotrzebowanie na bardziej wydajny interfejs wymiany modeli. Interfejs IFC4precast, przeznaczony do wymiany modelami zawierającymi elementy prefabrykowane, znajduje się obecnie w trakcie opracowania. Otrzymał status *Candidate* nadany przez organizację buildingSMART. Projekt ma na celu stworzenie międzynarodowego znormalizowanego interfejsu podtrzymywanego przez przemysł na podstawie istniejących już interfejsów w prefabrykacji, jak AIA, Unitechnik w wersji od 1.0 do 6.1, UXML, PXML i BVBS.

Schemat pokazany na rys. 6 a przedstawia główną strukturę modelu obiektu, na którym jest oparty interfejs IFC4precast. Na rys. 6 b przedstawiono strukturę modelu obiektu i relacje między obiektami z punktu widzenia użytkownika oprogramowania.

W interfejsie IFC4precast jest już zaimplementowana możliwość rozpoznawania następujących elementów prefabrykowanych (z uwzględnieniem ich zawartości, czyli zbrojenia, kratownic, akcesoriów itp.):

- ściany pełne (SOLIDWALL);
- ściany podwójne (DOUBLEWALL);
- ściany typu Sandwich (SANDWICHWALL);
- ściany podwójne z izolacją zewnętrzną (INSULATED\_DOUBLEWALL);

- stropy typu filigran (HALFFLOOR);
- stropy pełne (SOLIDFLOOR).

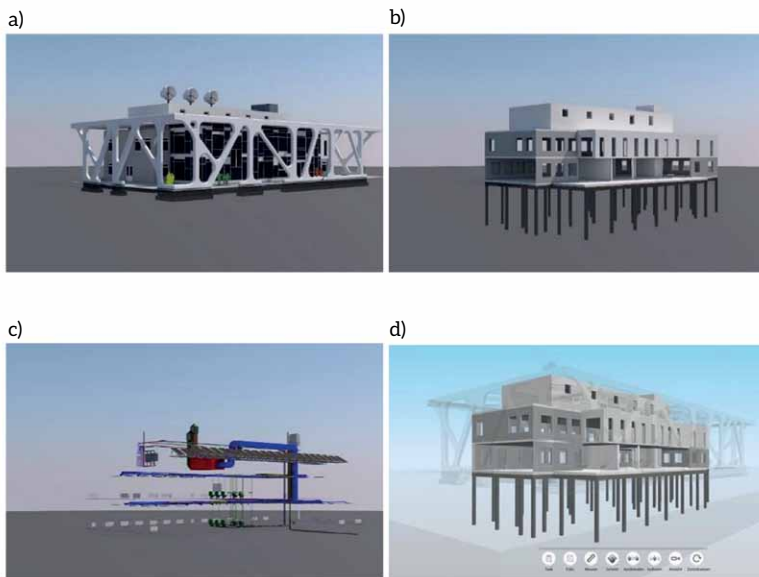
#### Interfejs BCF

Ewentualne komentarze, uwagi, zrzuty ekranu itp. można przekazać przez format BCF. Został on przyjęty przez organizację buildingSMART jako uniwersalny i otwarty format koordynacyjny. Jest obsługiwany przez wiele programów i przeglądarek, a jego docelowym przeznaczeniem jest oznaczenie zastrzeżeń i kolizji. Dodatkowym atutem stosowania formatu BCF jest możliwość zapisywania historii zmian, co umożliwia przeanalizowanie kolejnych etapów współpracy między uczestnikami procesu inwestycyjno-budowlanego. Format BCF dzięki identyfikatorom GUID (ang. *Globally Unique Identifier*) powiązuje komentarz/informację graficzną z danym obiektem. Opiera się na języku XML. Przekazywane są jedynie komentarze, viewpoints, snapchoty itp., dzięki czemu wymiana między uczestnikami procesu nie zostaje zakłócona przez problemy z wielkością plików [47].

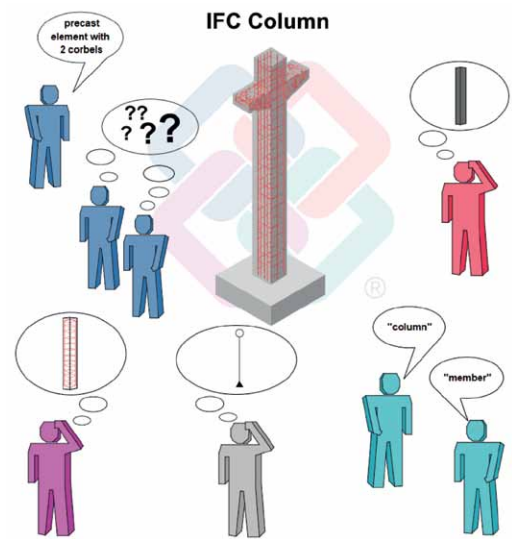
#### 2.5. Centralny model projektu

Centralny model projektu składa się z połączonych ze sobą modeli opracowanych przez specjalistów z różnych branż, przesłanych osobno w formacie IFC. Zawiera zatem wszystkie informacje na temat wymiarów i położenia elementów, a także ich charakterystycznych atrybutów, takich jak właściwości fizyczne, koszty, materiały, rodzaje robót, klasy ochrony przeciwpożarowej i wiele innych. Centralny model umożliwia przeprowadzenie niezbędnych analiz oraz pozwala bardzo prosto opracować dokumentację i automatycznie generować zestawienia ilościowe, certyfikaty i inne dokumenty. W przypadku projektowania 2D te same informacje muszą być wprowadzane kilkakrotnie, co jest niepotrzebną stratą czasu (i przekłada się





Rys. 7. Przykładowe rodzaje modeli w centralnym modelu budynku BIM: a) model architektoniczny; b) model analityczny; c) model MEP; d) centralny model [49]



Rys. 8. Różne rozumienie elementów [50]

na wzrost kosztów) [48]. Na rys. 7 pokazano przykładowy projekt, w którym każda z branż wykorzystywała format IFC.

Model przekazywany w formacie IFC zawiera zwykle informacje takie, jak:

- struktura obiektu (faza, etap, piętro);
- typ elementu (elementy architektoniczne, zbrojenie itp.), geometria (wymiary, współrzędne elementu, objętość);
- zależności między poszczególnymi elementami;
- właściwości standardowe i niestandardowe przypisane elementom (materiał, kolor, przekroje, ochrona przeciwpożarowa, ciężar itp.).

Eksportowanie i importowanie modeli w formacie IFC wydaje się dość łatwe, niemniej mogą się pojawić pewne niezgodności, dlatego model i jego komponenty powinny być odpowiednio zamodelowane w zależności od tego, do czego służy model. Chodzi przede wszystkim o takie kwestie, jak rozbięcie elementów, przypisanie ich do odpowiednich płaszczyzn, stosowanie prawidłowej struktury, lokalizacja elementów uzupełniających model itp. Z tych powodów wszystkie szczegóły tworzenia modeli muszą być omówione z innymi uczestnikami projektowania (rys. 8).

Narzędzia działające zgodnie z technologią BIM często pozwalają przyspieszyć prace przy elementach o nietypowych kształtach przez zaawansowane funkcje modelowania i uzupełnianie modelu w środowisku 3D. Do takich nietypowych elementów należy zadeklarować typ obiektu IFC Element

Type – wtedy zostaną one odpowiednio sklasyfikowane, co może ułatwić pracę na kolejnych etapach projektu.

## 2.6. Wspólne środowisko danych (CDE)

W budownictwie wykorzystywane są różne rodzaje informacji, takie jak rysunki, dokumenty, specyfikacje lub modele BIM. Informacje są gromadzone w wyniku ustaleń i przy wykorzystaniu różnych kanałów komunikacji, ponadto mogą być kategoryzowane przez dodawanie metadanych. Uczestnicy projektu potrzebują rozwiązania, które zapewni sprawne zarządzanie wszystkimi rodzajami informacji i umożliwi ich połączenie, dostarczając kompletny obraz sytuacji [51].

Narzędziem działającym zgodnie z zasadami BIM, które wspiera efektywność w obszarze komunikacji, jest platforma CDE (ang. *Common Data Environment*) – wspólne środowisko danych. Idea CDE to także wymiana modeli BIM w otwartym formacie IFC, które wspierają zarządzanie informacją w środowisku trójwymiarowym [52]. Wykorzystanie platformy CDE powinno usprawnić współpracę między uczestnikami procesu inwestycyjnego, pomóc zmniejszyć liczbę błędów i uniknąć powielania informacji (rys. 9).

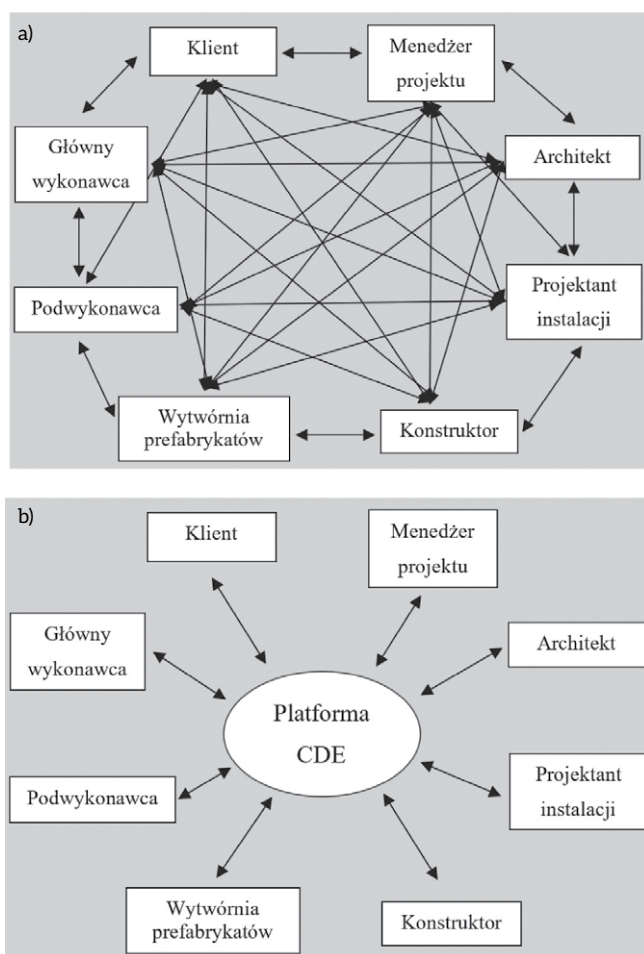
Wdrożenie platformy CDE przynosi korzyści z jej wykorzystania przy projektach, szczególnie jako miejsce łatwej i szybkiej wymiany informacji, m.in. dokumentacji, między uczestnikami. Istnieje również możliwość, aby wykorzystać platformę do przechowywania dokumentacji powykonawczej

reklama



**ROBOTYKA.PL**

centrum polskiej robotyki



**Rys. 9.** Współpraca: a) tradycyjny sposób wymiany informacji; b) wymiana informacji przez platformę CDE

budowy obiektu. Miałyby ona służyć jako miejsce pozyskiwania informacji na etapie eksploatacji lub przy przyszłych remontach czy przebudowach.

### 3. Wdrożenie technologii BIM

BIM to zmiana, która obejmuje wszystkie struktury organizacji, wpływając nie tylko na sposób projektowania lub realizacji projektu, lecz przede wszystkim na kulturę organizacyjną. Praktyczne wdrożenie technologii BIM polega na zaadaptowaniu nowych procesów pracy, a także na zmianie podejścia do swoich ról przez poszczególnych uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego. Podczas prac projektowych architekt, konstruktor i pozostali partnerzy będą pracować na jednym cyfrowym modelu, wykorzystując format IFC.

### Etapy wdrażania BIM

- 1. Zmiana świadomości na temat projektowania w technologii BIM**  
Wprowadzenie BIM wymaga przekonania pracowników do przyjęcia innej niż do tej pory metody pracy, a także nowych procedur funkcjonowania organizacji. Będzie to z pewnością wymagało zmiany toku postrzegania pewnych aspektów już na początkowym etapie, ale pozwoli zapewnić pracownikom organizacji o tym, że budowany jest solidny fundament do osiągnięcia sukcesu.
- 2. Rozpoczęcie od projektu pilotażowego**  
Przy projekcie pilotażowym powinny być ustalone wszystkie zagadnienia związane z przygotowującą dokumentacją projektową, należy także uwzględnić elementy, które muszą być zawarte w modelu.
- 3. Wymiana informacji**  
Nadrzędnym celem technologii BIM jest efektywne projektowanie, co jest trudne bez wzajemnego zrozumienia, odpowiedniej komunikacji i współpracy między wszystkimi uczestnikami procesu inwestycyjno-budowlanego. Współpraca ta odbywa się dzięki łączeniu modeli w jeden centralny cyfrowy model.
- 4. Ustalenie standardów pracy**  
Współpraca w zespole i z innymi specjalistami spoza firmy jest bardzo istotna przy opracowaniu projektu pilotażowego. Ważnym aspektem jest również możliwość prawidłowego przypisania, wykorzystania i udostępniania danych zawartych w modelu.
- 5. Stworzenie szablonów**  
Na podstawie nabytego doświadczenia można opracować szablony, aby umożliwić bardziej efektywną organizację pracy przy następnym projekcie. Pozwoli to zautomatyzować pracę przy powtarzalnych operacjach.
- 6. Przejście do kolejnych, większych projektów**

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

Fragment pochodzi z książki: *BIM w prefabrykacji. Nowoczesne metody wspomagania i automatyzacji*, Aleksander Nicał, Elżbieta Szmigiera, Kostiantyn Protchenko, Krzysztof Kaczorek  
Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021

reklama



Preferujesz internet?

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

XVI edycja Konkursu miesięcznika

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

# PRODUKT ROKU 2021

## OGŁOSZENIE WYNIKÓW

Serdecznie zapraszamy na uroczyste wręczenie medali laureatom XVI edycji Konkursu „PRODUKT ROKU”.



Ogłoszenie wyników konkursu oraz wręczenie nagród i wyróżnień odbędzie się podczas Targów ITM INDUSTRY EUROPE w Poznaniu, na stoisku Wydawnictwa (pawilon 3A, stoisko 2A), w dniu 31.05.2022 r. o godz. 13:00.

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

# 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 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. Pilotów 2 E 31-462 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>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>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 SECOMEIA – najbardziej kompletne i zaawansowane rozwiązanie umożliwia zdalny serwis, monitorowanie i zbieranie danych.</li> </ul> Zapraszamy do sklepu internetowego COMPARTA24.PL
<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.

Automatyka przemysłowa (cd.)		
<b>Fatek Polska Sp. z o.o.</b> ul. Siwka 11 31-588 Kraków	tel. 533 329 921 e-mail: info@fatekpolonia.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. Pilotów 2 E 31-462 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>PI-TRONIX Sp. j.</b> ul. Zwierzchowskiego 5 A 61-248 Poznań	tel. 606 757 477 e-mail: biuro@pi-tronix.com pi-tronix.com.pl	Jesteśmy integratorem automatyki przemysłowej. Zajmujemy się projektowaniem i wykonawstwem maszyn przemysłowych stworzonych indywidualnie pod potrzeby klienta. Maszyny u nas wykonywane są kompleksowo. Specjalizujemy się w realizacji maszyn montażowych i produkcyjnych.
<b>SKAMER-ACM Sp. z o.o.</b> ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów	tel. 14 63 23 400 e-mail: tarnow@skamer.pl www.skamer.pl	SKAMER-ACM to sprawdzony partner w pomiarach, automatyce przemysłowej i robotyce. Działalność firmy obejmuje: Projektowanie systemów automatyki przemysłowej; Programowanie przemysłowych systemów sterownikowych; Tworzenie systemów monitoringu i wizualizacji mediów energetycznych, procesów przemysłowych i efektywności produkcji; Prefabrykację szaf sterowniczych i rozdzielni; Montaż, rozruch i serwis instalacji AKPiA; Sprzedaż urządzeń i systemów branży AKPiA, Pomiary wilgotności i tlenu w gazach; Układy odzysku energii w procesach przemysłowych, Odnawialne źródła energii; Kompleksową realizację systemów detekcji pożaru w szafach sterowniczych; Audyty, opracowania i ekspertyzy specjalistyczne; dostosowanie maszyn do minimalnych wymagań w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy.
Energoelektronika		
<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>

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>
Hydraulika		
<p><b>Galanteria Modelarska i Odlewnicza Noram Sp. z o.o.</b> Kard. St. Wyszyńskiego 101 42-612 Tarnowskie Góry</p>	<p>tel. 32 381 05 20 fax 32 381 05 21 e-mail: noram@noram.com.pl www.noram.com.pl</p>	<p>Oferujemy profile okrągłe, kwadratowe i prostokątne, wykonane z żeliwa szarego i sferoidalnego metodą odlewania ciągłego oraz odlewy żeliwne i stalowe w stanie surowym lub obrobionym, wraz z modelami. Profile używane są jako materiał wyjściowy do wykonania elementów hydrauliki i pneumatyki.</p>
Systemy transportowe		
<p><b>ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o.</b> ul. Gaudiego 20 44-109 Gliwice</p>	<p>tel. 32 334 70 00 e-mail: info@abuscranes.pl www.abuscranes.pl</p>	<p>ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o. specjalizuje się w projektowaniu i produkcji systemów dźwignicowych najwyższej jakości przy zachowaniu konkurencyjności cen. Dodatkowo firma oferuje szeroką gamę akcesoriów i komponentów, doradztwo techniczne, montaż, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.</p>

Utrzymanie ruchu		
<p><b>Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. (CBiDGP)</b> ul. Lędzińska 8 43-143 Łędziny</p>	<p>tel. 32 32 42 200 fax 32 32 42 205 e-mail: cbidgp@cbidgp.pl www.cbidgp.pl</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Badania rzeczoznawcze maszyn i urządzeń górniczych, w tym urządzeń budowy przeciwwybuchowej.</li> <li>• Badania zagrożeń metanowych.</li> <li>• Pomiary i badania maszyn i urządzeń mechanicznych i elektroenergetycznych.</li> <li>• Badania diagnostyczne.</li> <li>• Pomiary i badania środowiska pracy.</li> <li>• Pomiary i badania czynników środowiska naturalnego.</li> </ul>
<p><b>ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o.</b> ul. Gaudiego 20 44-109 Gliwice</p>	<p>tel. 32 334 70 00 e-mail: info@abuscranes.pl www.abuscranes.pl</p>	<p>ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o. specjalizuje się w projektowaniu i produkcji systemów dźwignicowych najwyższej jakości przy zachowaniu konkurencyjności cen. Dodatkowo firma oferuje szeroką gamę akcesoriów i komponentów, doradztwo techniczne, montaż, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.</p>
<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>Galanteria Modelarska i Odlewnicza Noram Sp. z o.o.</b> Kard. St. Wyszyńskiego 101 42-612 Tarnowskie Góry</p>	<p>tel. 32 381 05 20 fax 32 381 05 21 e-mail: noram@noram.com.pl www.noram.com.pl</p>	<p>Oferujemy profile okrągłe, kwadratowe i prostokątne, wykonane z żeliwa szarego i sferoidalnego metodą odlewania ciągłego oraz odlewy żeliwne i stalowe w stanie surowym lub obrobionym, wraz z modelami. Profile używane są jako materiał wyjściowy do wykonania elementów hydraulicznych i pneumatycznych.</p>
<p><b>MULTIPROJEKT</b> ul. Pilotów 2 E 31-462 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>WYTWÓRNIĄ 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>

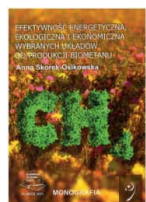
## BIBLIOTEKA



Mieczysław Muraszkiewicz  
**Sztuczna inteligencja dla inżynierów. Metody ogólne**  
Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej  
Rok wydania: 2022

Autorami poszczególnych rozdziałów opracowania są wykładowcy Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, którzy aktywnie biorą udział w rozwoju sztucznej inteligencji. Planując zakres i treść książki, z szerokiej gamy metod i zagadnień autorzy wybrali te, które uważają za szczególnie istotne i mające zastosowanie w ramach całego obszaru SI – również w obrębie innych, nieomówionych tutaj metod. W rozdziale pierwszym znajdują się informacje o historii, charakterze i o zastosowaniach sztucznej inteligencji. Rozdział drugi traktuje o podstawowym (nie tylko dla sztucznej inteligencji) zagadnieniu przeszukiwania przestrzeni stanów w poszukiwaniu rozwiązań zadanego problemu. Towarzyszy temu omówienie metod optymalizacji, które wskazują najlepsze rozwiązanie z punktu widzenia przyjętego kryterium. Tematem kolejnego rozdziału jest uczenie maszynowe. Rozdział czwarty został poświęcony architekturom sztucznych sieci neuronowych, w tym sieciom głębokim. W rozdziale piątym znajduje się prezentacja i dyskusja dotycząca wzajemnych związków etyki i sztucznej inteligencji, ze szczególnym naciskiem na konieczność przedstawiania wyników działania systemów SI w sposób zrozumiały dla człowieka. Każdy rozdział jest opatrzony notą bibliograficzną, która podaje pozycje rozszerzające omówiony materiał.

Książka może służyć jako podręcznik i wsparcie dydaktyczne wykładów z zakresu SI oraz jako materiał referencyjny dla przedstawionych w niej metod i algorytmów.



Anna Skorek-Osikowska  
**Efektywność energetyczna, ekologiczna i ekonomiczna wybranych układów do produkcji biometanu**  
Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej  
Rok wydania: 2021

Podstawowym celem niniejszej monografii było przybliżenie tematyki biometanu, w szczególności metod jego wytwarzania oraz ich oceny. Praca wpisuje się w aktualne trendy i potrzeby rozwoju systemów energetycznych, gdyż ma na celu przybliżenie zagadnień związanych z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii, w tym przede wszystkim biomasy odpadowej, połączonych z technologiami uszlachetniania gazów do produkcji biometanu.



Mariusz T. Sarniak  
**Podręcznik instalatora systemów fotowoltaicznych**  
Wydawca: Grupa Medium  
Rok wydania: 2022

Fotowoltaika (określana dalej powszechnie przyjętym skrótem – PV) jest stosunkowo nową dziedziną nauki i techniki. W Polsce jest to technologia w dalszym ciągu na wstępnym etapie rozwoju. Dlatego jest duże zapotrzebowanie na specjalistów z zakresu projektowania i instalacji systemów PV. Dynamiczne zmiany na rynku komponentów systemów PV wymagają ustawicznego dokształcania kadr technicznych w tym zakresie. Przesłanki te skłoniły autora do opracowania podręcznika dla instalatorów z branży fotowoltaicznej, który stanowi zbiór niezbędnych informacji i równocześnie materiał pomocniczy do przygotowania się do egzaminu, przeprowadzanego z tego zakresu przez Urząd Dozoru Technicznego (UDT). Jest to istotne, gdyż systemy PV są projektowane na długi okres funkcjonowania, szacowany obecnie nawet do 30 lat.

Znaczną część opracowania stanowi przegląd różnego rodzaju oprogramowania, wspomagającego proces projektowania systemu PV na każdym jego etapie. Przykłady zastosowania oprogramowania w projektowaniu przygotowano w wersjach dostępnych dla czytelnika, bez konieczności korzystania z wersji komercyjnych. Układ treści podręcznika zawiera zagadnienia wyszczególnione w Rozporządzeniu Ministra Aktywów Państwowych z dnia 25 lutego 2020 r. Zamieszczono również przykładowe pytania teoretyczne i zadania praktyczne.

W podręczniku nie opisywano szczegółowo procesu konfiguracji falowników PV ze względu na dużą i zróżnicowaną ofertę rynkową. Te informacje należy czerpać z instrukcji producenta lub zdobywać niezbędne doświadczenie na szkoleniach produktowych. Pomimo szerokiej oferty oprogramowania wspomagającego proces projektowania zaleca się jednak wykonanie alternatywnych obliczeń sprawdzających, dla krytycznych przypadków funkcjonowania systemu PV.

Autor ma świadomość, że przygotowany materiał będzie wymagał ustawicznego doskonalenia i aktualizacji. Jest to spowodowane dynamicznym rozwojem fotowoltaiki i zmieniającymi się uwarunkowaniami ekonomiczno-prawnymi. Drugiego lutego 2021 r. Rada Ministrów RP zatwierdziła nową „Politykę energetyczną Polski do 2040 r.” (PEP2040), według której perspektywy dla fotowoltaiki sięgają nawet do 16 GWp mocy zainstalowanej, co przy obecnych niespełna 7,1 GW (na koniec listopada 2021 r.) wskazuje na dalszy dynamiczny rozwój tej technologii pozyskiwania energii.



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>

## TEMATYKA

**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny

**Nr 7/8 (279/280)**  
Rok XXIV  
Lipiec–Sierpień 2022

- Systemy automatyzacji w górnictwie
- Automatyzacja transportu szynowego
- Cyfryzacja w ciągu produkcyjnym
- Inteligentne układy zasilania, sterowania
- Diagnostyka
- Nowe technologie
- Silniki elektryczne
- Transformatory



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

1/2022 (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.

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** miesięcznik naukowo-techniczny **i sterowanie**

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



**Stawiasz na rozwój?**

**Zapraszamy do współpracy**

## **Pomożemy Ci:**

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

**www.nis.com.pl**



# Systemy znakowania w automatyce przemysłowej

