

# napędy i sterowanie

miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny

Nr 4 (276)

Rok XXIV  
Kwiecień 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



Drive. **Automation.** Beyond.

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (273) Styczeń	<b>AUTOMATYKA I ROBOTYKA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Roboty przemysłowe</li> <li>• Termowizja</li> <li>• Aparatura kontrolno-pomiarowa</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Odnawialne źródła energii</li> <li>• Maszyny budowlane, pojazdy i sprzęt specjalistyczny</li> </ul>
2 (274) Luty	<b>EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE TECHNOLOGIA DLA PRZEMYSŁU ENERGETYCZNEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Automatykacja produkcji</li> <li>• Bezpieczeństwo sieci przemysłowych</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Hydraulika siłowa</li> </ul>
3 (275) Marzec	<b>PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektywność w górnictwie</li> <li>• Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Monitoring i systemy sterowania</li> <li>• Utrzymanie ruchu</li> <li>• Automatykacja transportu szynowego</li> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Napędy</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Energetyka odnawialna</li> </ul>
4 (276) Kwiecień	<b>BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniki pakowania i opakowań, systemy ważące i dozujące</li> <li>• Systemy znakujące, RFID i kontroli w przemyśle</li> <li>• Hydraulika w technice mobilnej</li> <li>• Sterowanie procesami</li> <li>• Efektywność energetyczna</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych</li> <li>• Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji</li> <li>• Przesył energii</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>
5 (277) Maj	<b>TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Technologie przyrostowe 3D</li> <li>• Napędy hybrydowe</li> <li>• Diagnostyka i kontrola urządzeń</li> <li>• Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT – Industrial Internet of Things)</li> </ul>
6 (278) Czerwiec	<b>PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termowizja, monitoring, układy regulacji</li> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Robotyka</li> <li>• Oprogramowanie, sieci przemysłowe</li> <li>• Systemy informatyczne</li> </ul>
7/8 (279/280) Lipiec/sierpień	<b>SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyfryzacja w ciągu produkcyjnym</li> <li>• Inteligentne układy zasilania, sterowania</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Silniki elektryczne</li> <li>• Transformatory</li> </ul>
9 (281) Wrzesień	<b>AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Automatyka w przemyśle maszynowym</li> <li>• Układy regulacji automatycznej</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Komponenty do produkcji oraz systemy dla przemysłu</li> <li>• Utrzymanie ruchu w przemyśle</li> </ul>
10 (282) Październik	<b>INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA PRZEMYSŁOWE PRZEMYSŁ 4.0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydraulika, pneumatyka i sterowanie</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Inteligentne układy zasilania</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Napędy hybrydowe i elektryczne</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Energia odnawialna</li> </ul>
11 (283) Listopad	<b>AUTOMATYZACJA PRODUKCJI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Oprogramowanie, sieci przemysłowe</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Roboty przemysłowe</li> <li>• Sterowniki PLC i systemy sterowania</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Innowacje wod.-kan.</li> </ul>
12 (284) Grudzień	<b>CYFRYZACJA W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Napędy elektryczne i hydrauliczne</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>



**Adres redakcji:**

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

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

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

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

**Redakcja techniczna:** Grzegorz Drobny  
tel. 32 755 23 18 • e-mail: redakcja.tech@drukart.pl

**Marketing:**

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

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

**Podstawowa korekta tekstu:** redakcja

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

## Szanowni Państwo!

Za nami pierwszy kwartał roku, Targi „Enex” były wydarzeniem, które dało asumpt do spotkań i wymiany doświadczeń, oceny sił na rynku energetyki a także tendencji rozwojowych na najbliższą przyszłość. Impreza jak zawsze skupiła wielu wystawców i przyciągnęła rzesze zwiedzających, dla których automatyzacja we współczesnych czasach stała się tak powszechna, że trudno byłoby dziś wymienić dziedzinę, do której jeszcze nie dotarła.

Wiosenny sezon targowych imprez mamy jeszcze przed sobą. I choć w niektórych przypadkach pojawia się informacja o organizowanych targach w formule online, to jednak myślę, że większości z nas brakowało gorączki przygotowań, łoskotu towarowych wózków, którymi przewożono konstrukcje stoisk oraz namacalnej możliwości obejrzenia urządzeń na nich eksponowanych. Niezapomniany pozostaje gwar powodowany niekończącymi się rozmowami wystawców ze zwiedzającymi oraz prezentacjami nowości, których na targach nie brakowało. Tak było zarówno na polskich wystawach jak i zagranicznych. Pozostaje również posmak emocji, jakie zwykle z takimi wydarzeniami są związane. Targi to z pewnością jedna z najlepszych form bezpośrednich kontaktów z potencjalnymi klientami, o których – bez względu na sytuację rynkową w kraju – zawsze trzeba zabiegać. Kwiecień to krótka cisza przed burzą, gdyż na początku maja – WOD-KAN, a pod koniec – ITM w Poznaniu (o targach poznańskich również na naszych stronach). Jak dziś ważne są nowe technologie dla gospodarki będzie można przekonać się chociażby podczas czerwcowych Targów Automatica czy Hannover Messe, gdzie zaprezentowane będą nowości techniczne, a wśród nich gotowe aplikacje. I jak z doświadczenia wynika, są to również ważne imprezy wystawiennicze, które obok możliwości prezentacji oferty wystawców, stwarzają doskonałą okazję do ożywienia starych i nawiązania nowych kontaktów biznesowych. Wiele przykładów innowacyjnych rozwiązań przedstawiono już m.in. na łamach naszego pisma. Publikacje na naszych łamach ponad wszelką wątpliwość przekonują o korzyściach nowoczesnych wdrożeń, zarówno dla efektów ekonomicznych, jak i efektywności. Pomimo tego przedsiębiorcy ciągle napotykać na przeszkody dla innowacji w Polsce, a tą najważniejszą są oczywiście pieniądze.

Formą wspierania przedsiębiorczości są dziś popularne dotacje inwestycyjne. Problemy nie kończą się jednak wraz z ich uzyskaniem. Wymagane jest bowiem konsekwentne rozliczenie uzyskanych pieniędzy. Jakie kłopoty mogą pojawić się z tego powodu, i jak ich uniknąć przeczytają Państwo w cyklu publikacji Anny Szymczak z firmy MS Consulting, ukazujących się sukcesywnie na naszych łamach. Autorka często w nich pisze o możliwościach, jakie stwarza program dla większych i mniejszych przedsiębiorstw z obszarów wiejskich, małych miasteczek czy dużych miast. Zapraszam też do lektury wielu ciekawych publikacji naukowo-technicznych, które są najlepszym dowodem, że przed nami dobre perspektywy innowacyjnego rozwoju.

Katarzyna Zając  
Redaktor naczelna





**Str. 8**

Cyfrowe przekaźniki monitorujące napięcie RS Pro



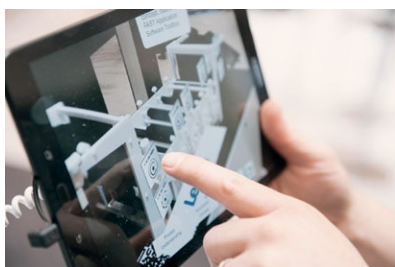
**Str. 10**

MOVITRANS® line. Bezkontaktowy przesył energii na duże odległości



**Str. 13**

3 x naj: najnowszy, najmniejszy, najtańszy falownik SXD1000. Cz. 2



**Str. 22**

Świat wirtualny i rzeczywisty



**Str. 24**

Jak zakres ugięcia sprężyn krążkowych wpływa na ich wydajność

## CO W NUMERZE

- 6 Nowości techniczne
- 84 Zestawienie firm
- 89 Biblioteka

## Nauka

- 40 Właściwe zabezpieczenie dławików kompensacyjnych kluczem do ich niezawodnej eksploatacji  
J. Dziura
- 46 Stanowisko do badania elementów magnetycznych podwyższonej częstotliwości  
T. Biskup, H. Kołodziej, M. Lorenc, D. Paluszczak, J. Sontowski, M. Haltof
- 52 Rozłączne scenariusze katastrofalnego ryzyka SI  
K. Sotala
- 68 Przykłady wdrożenia RFID  
B. Gładysz, M. Grabia, K. Santarek
- 74 Niezawodność linii produkcyjnych  
A. Nicał, E. Szmigiera, K. Protchenko, K. Kaczorek
- 77 Diagnostyka transformatorów  
T. Glinka, S. Szymaniec

## Technologie i produkty

- 8 Cyfrowe przekaźniki monitorujące napięcie RS Pro  
RS Components Sp. z o.o.
- 9 SMC. Expertise - Passion - Automation  
P. Broda - SMC Industrial Automation Polska Sp. z o.o.
- 10 MOVITRANS® line. Bezkontaktowy przesył energii na duże odległości  
SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.
- 13 3 x naj: najnowszy, najmniejszy, najtańszy falownik SXD1000. Cz. 2  
TERM Tomasz Sobczak
- 16 Realizacje systemów automatyki z wykorzystaniem sterowników SIMATIC S7-1500 ET200SP CPU i napędu SINAMICS S210  
IMPOL-1 F. Szafranski Sp. j.
- 17 CHARGE BOX i CHARGE DUO firmy Linteli  
LINTELI Sp. z o.o.
- 20 Eliminacja zaburzeń elektroenergetycznych oraz własności użytkowe zasilaczy UPS  
M. Przybylski - EVER Sp. z o.o.
- 22 Świat wirtualny i rzeczywisty  
Lenze Polska Sp. z o.o.
- 24 Jak zakres ugięcia sprężyn krążkowych wpływa na ich wydajność  
J. Leckfor - SPIROL International Corporation



- 26 **Motoreduktory NORD DRIVESYSTEMS na pełnym morzu**  
NORD Napędy Sp. z o.o.
- 28 **Napędy iFit – mocna alternatywa!**  
Rossi Polska Sp. z o.o.
- 30 **Elastyczna automatyzacja z czujnikami wizyjnymi**  
Pepperl+Fuchs
- 37 **Nowoczesne linie ważaco-pakujące**  
M. Godula – P.W.DREWMAX



**Str. 26**  
Motoreduktory NORD  
DRIVESYSTEMS na pełnym morzu

## Informacje branżowe

- 32 **13-15 września 2022. 35. Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie ENERGETAB®2022**
- 34 **Wywiad z Marcinem Krupą Prezydentem Miasta Katowice. Współpraca Prezydenta Katowic ze środowiskiem naukowym i studentami. Konkurs dla studentów: Innowacje w Przemśle EXPO KATOWICE 2022**  
R. Klencz
- 36 **Konkurs dla studentów: Innowacje w Przemśle EXPO KATOWICE**
- 37 **Trudne czasy potrzebują stabilnych rozwiązań**
- 38 **KPO – Krajowy Plan Odbudowy – czy jest potrzebny przedsiębiorcom?**  
A. Szymczak – MS-Consulting Klaudiusz Szymczak



**Str. 28**  
Napędy iFit – mocna alternatywa!



**Str. 30**  
Elastyczna automatyzacja  
z czujnikami wizyjnymi

## Indeks reklam

▷ ABUS Crane Systems Polska.....	45	▷ MS-Consulting Klaudiusz Szymczak.....	38
▷ AUTOMATICA.....	43	▷ NORD Napędy.....	27
▷ Cantoni Group.....	6, 39	▷ NOWIMEX.....	57
▷ DREWMAX.....	37	▷ Pepperl+Fuchs.....	31
▷ ebm papst.....	41	▷ Robotyka.pl.....	50
▷ ENEL-PC.....	49	▷ Rossi Polska.....	7, 29
▷ ENERGETAB.....	33	▷ RS Components.....	92
▷ EVER.....	21	▷ SENOMA.....	19
▷ EXPO KATOWICE.....	35	▷ SEW-EURODRIVE.....	1
▷ HYDAC.....	59	▷ SMC Industrial Automation Polska.....	9
▷ IMPOL-1 F.Szafrański.....	15	▷ Solar Energy Expo.....	14
▷ ITM INDUSTRY EUROPE.....	37	▷ SPIROL.....	25
▷ Lenze Polska.....	23	▷ STAUFF Polska.....	53
▷ LINTELI.....	17	▷ STEINLEN Polska.....	55
		▷ Synergy Oil Polska.....	6
		▷ TERM Tomasz Sobczak.....	6, 13
		▷ Zrobotyzowany.pl.....	64

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### LongLife – tachoprądnice DC Baumer Hübner serii TDP 0,2 LT

Tachoprądnice DC są przetwornikami prędkości rzeczywistej bez zróżnicowania w czasie, które wytwarzają sygnał do kontrolera prędkości. Sygnałem wyjściowym z tachoprądnicy jest napięcie, które zmienia się proporcjonalnie do prędkości obrotowej – zmiana kierunku obrotu powoduje odwrócenie polaryzacji napięcia.

Seria TDP 0,2 LT jest produkowana w dwóch podstawowych wersjach mechanicznych – kołnierzej (B10) oraz na łapach (B3). Napięcia generowane przez tachoprądnice na 1000 rpm wynoszą odpowiednio: 10 V, 20 V, 30 V, 40 V, 60 V, 100 V, 150 V.



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

### Vartech® Industry System Cleaner – czyszczenie bez kompromisów

Wysokie temperatury pracy układów olejowych powodują stopniową degradację dodatków uszlachetniających pochodzących z oleju. W wyniku procesu utleniania zazwyczaj następuje wydzielanie produktów starzenia oleju. Produkty powstałe w wyniku reakcji utleniania oleju, niezatrzymane podczas filtracji bocznikowej, prowadzą do powstania zarówno osadów twardych (lakiery, ang. *varnish*), jak i miękkich (szlamy, ang. *sludge*). Osady te, odkładając się na powierzchniach układu, tworzą powierzchnię lakieru, która jest w stanie skutecznie uniemożliwić przepływ oleju do łożysk, regulatorów, spowodować obniżenie wydajności wymienników ciepła, jak również może mieć negatywny wpływ na uszczelnienia układu. Problemy te prowadzą również do skrócenia żywotności oleju i utraty wydajności pracującego układu.

Rozwiązaniem pozwalającym na skuteczne usunięcie lakierów z układu jest zastosowanie Vartech ISC. Odpowiednio dobrany skład chemiczny, czas, temperatura i przepływ mają wpływ na skuteczny proces czyszczenia układu olejowego turbin, kompresorów i układów obiegowych.

Zalety preparatu VARTECH™ firmy Chevron:

- przeznaczony jest do rozpuszczania osadów, takich jak lakiery, z powierzchni wewnętrznych, a następnie stabilizowania ich w celu usunięcia zużytych olejem;
- lepkość 53 cSt sprawia, że preparat nie wpływa znacząco na zmianę lepkości eksploatowanego oleju w zakresie ISO 32-68;
- jest kompatybilny z wieloma eksploatowanymi olejami w zalecanych stężeniach 5–20% objętościowo i przez zalecany okres czyszczenia (co pozwala na dłuższy czas penetracji i eliminuje potrzebę płukania układu);



- wysoka kompatybilność Vartech Industrial System Cleaner oznacza, że po wymianie posiada minimalny wpływ na wydajność pracy świeżego oleju;
- posiada minimalny wpływ na właściwości separacji wody;
- liczne testy polowe potwierdzają jego zdolność do usuwania lakierów z powierzchni bez wpływu na zapychanie filtrów.

Generalny importer produktów Texaco:  
Synergy Oil Polska Sp. z o.o.  
[synergyoil.pl](http://synergyoil.pl)

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

Celma Indukta S.A. (Grupa Cantoni) to wieloletni producent szerokiej gamy trójfazowych silników elektrycznych, w tym silników o konstrukcji przeciwybuchowej przeznaczonych dla przemysłu górniczego i chemicznego. Uwzględniając ponad 70-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 S.A. 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).



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

Aby uzyskać więcej informacji, prosimy o kontakt:

Cantoni Motor S.A., [motor@cantonigroup.com](mailto:motor@cantonigroup.com), tel. 33 813 87 00 lub odwiedzić stronę: <https://www.cantonigroup.com/pl/page/aktualnosci>.

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

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

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



## NOWOŚCI TECHNICZNE

**Nowy katalog przekładni walcowych iFit, firmy Rossi**

Firma Rossi od lat dostarcza rozwiązania napędowe dla przemysłu, cechujące się wysoką jakością wykonania oraz niezawodnością.

Asortyment ten został właśnie poszerzony o nową serię iFit:

**motoreduktory walcowe współosiowe,**

w wykonaniu łapowym, kołnierзовym oraz – opcjonalnie – ze zintegrowanymi przemiennikami częstotliwości.

Inżynierowie Rossi z powodzeniem stworzyli produkt dopasowany wymiarowo do najczęściej spotykanego standardu montażowego (stosowanego już przez kilka firm, w tym przez najbardziej popularne marki napędowe na rynku polskim), a jednocześnie udoskonalony technicznie i dający dodatkową wartość użytkownikom.



Dzięki zastosowaniu szerszych kół zębatach oraz sztywniejszego korpusu, udało się znacząco podnieść obciążalność i wytrzymałość przekładni – moment nominalny jest do 12% wyższy, w porównaniu do głównego konkurenta.

Produkt ten jest w pełni wymienny – wymiarowanie wałów, kołnierzy, łap itd. jest w 100% zbieżne z najczęściej stosowanymi standardami montażowymi i technicznymi; dopasowane zostały również przełożenia/ obroty wyjściowe, co dało rozwiązanie *Plug & Play* bez kosztów przeprojektowania;

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

Rossi Polska Sp. z o.o.  
www.rossi.com

reklama



# Darmowa e-prenumerata!

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

**napędy i sterowanie**

miesięcznik naukowo-techniczny



# Cyfrowe przekaźniki monitorujące napięcie RS Pro

Firma RS Pro z dumą przedstawia pełną gamę przekaźników monitorowania sterowania przeznaczonych do systemów jednofazowych lub 3-fazowych. Każdy przekaźnik jest wyposażony w doskonałe funkcje zapewniające skuteczną ochronę przed wszelkiego rodzaju usterkami niskiego napięcia. Te wysokiej jakości urządzenia monitorujące zapewniają ochronę przed przepięciami i zbyt niskim napięciem, chronią przed sekwencją faz napięcia, utratą fazy i asymetrią fazy, nadmierną i zbyt wysoką częstotliwością oraz neutralnym otwarciem.

## Ekran wyświetlacza

RS Pro to w pełni wyposażony 3-fazowy cyfrowy przekaźnik do monitorowania napięcia w kompaktowym formacie. Popularny w rozdzielnicach, sterownikach, systemach sterowania maszyną i dystrybucji zasilania. Monitoruje 3-fazowe zasilanie w przypadku usterek fazy. Chroni silniki, układy 1-fazowe i 3-fazowe oraz urządzenia przed usterkami fazowymi.

## Przystosowanie czterech kluczyków

- Pomiar prawdziwej wartości skutecznej do 15 harmonicznych.
- Mierzy utratę fazy, sekwencję i asymetryczność, zbyt niskie i zbyt wysokie napięcie, usterkę położenia neutralnego i zbyt wysokie / zbyt niskie częstotliwości.
- Możliwość wyboru alarmów dotyczących zbyt niskiego/zbyt wysokiego napięcia, asymetrii, utraty/sekwencji fazy, zbyt wysokiego / zbyt niskiego poziomu częstotliwości i usterek w położeniu neutralnym.
- Podświetlany wyświetlacz LCD.

## Połączenie

Połączenie napięcia zasilania i przekaźnika przedstawiono na rysunku z boku urządzenia.

## Charakterystyka i zalety

- Wyświetlacz LCD z zielonym podświetleniem.
- Mocowanie na szynie DIN.
- Pomiar prawdziwej wartości skutecznej przy częstotliwości próbkowania 2 kHz.
- Ochrona przed utratą fazy, kolejność faz, asymetryczność fazy, pod napięciem, za wysokim napięciem, usterka położenia neutralnego, zbyt niska częstotliwość.
- Możliwość konfiguracji do 3-fazowych 3-przewodowych lub 3-fazowych 4-przewodowych zasilaczy, 145–500 V AC (DMA220 50–500 V AC).
- Możliwość wyboru zbyt wysokiego/zbyt niskiego napięcia, asymetrii, utraty fazy, sekwencji faz, nadmiernej częstotliwości w ramach monitorowania usterek częstotliwości i położenia neutralnego.



## Funkcje ProMinent

- Regulowane opóźnienie włączenia/wyłączenia.
- Opóźnienie czasowe w sekundach/minutach.
- 5 A pojedyncze i podwójne wyjścia przekaźnikowe.
- Dwa oddzielne wyjścia przekaźnikowe z niezależnym programowaniem.
- Ochrona hasłem.
- Zapis 5 poprzednich usterek w celu lepszego monitorowania.
- Konfiguracja przekaźnika awaryjnego/nieawaryjnego.
- Tryby alarmu LATCH (ręczny reset) i Non-latch (automatyczny reset).

## Zastosowania

- Rozdzielnica.
- Koło zębate sterujące.
- Sterowanie maszyną.
- Systemy dystrybucji zasilania.



RS Components Sp. z o.o.  
ul. Domaniewska 48  
02-672 Warszawa  
tel. 22 223 11 11  
fax 22 223 11 00  
e-mail: bok@rspoland.com  
pl.rs-online.com



SMC

# Expertise – Passion – Automation

Paweł Broda

Przy obecnym tempie rozwoju technologii, będąc właściwie u progu czwartej rewolucji przemysłowej, należy pamiętać, że maszyny powinny być nie tylko wysokowydajne i energooszczędne, ale przede wszystkim bezpieczne.

Postęp technologiczny nie ominął także rozwiązań pneumatycznych dedykowanych bezpieczeństwu maszyn, a światowi liderzy branży, jak SMC, angażują olbrzymi budżet i swoje doświadczenie, aby oferować wciąż nowe środki redukcji ryzyka związanego z pracą siłowników.

SMC to japoński producent pneumatyki przemysłowej, skupiający się nie tylko na rozwiązaniach kompaktowych i energooszczędnych, ale także słynący z ponadprzeciętnej niezawodności, której nie sposób przecenić kiedy poszukuje się rozwiązania dla poprawy bezpieczeństwa swojej maszyny.

Zakładając, w dużym uproszczeniu, że umowną granicą bezpieczeństwa jest siła 75 N, to każdy siłownik powyżej średnicy tłoka  $\varnothing 12$  mm przy ciśnieniu 0,4 MPa stanowi już poważne zagrożenie, którego lepiej nie przeoczyć podczas przeprowadzania oceny ryzyka wg normy ISO 12100.

Wiele osób uważa, że jedyne na co należy zwrócić uwagę podczas realizacji funkcji bezpieczeństwa maszyny pneumatycznej, to aby podczas zatrzymania awaryjnego zostało zrzucone ciśnienie z głównego zasilania. Oczywiście jest to najłatwiejszy sposób na rozładowanie energii, ale należy pamiętać, że np. siłowniki pracujące w pionie mogą generować nowe zagrożenia związane z ich grawitacyjnym opadaniem.

Samoczynny i nieprzewidywalny ruch napędów jest sprzeczny z założeniami Dyrektywy Maszynowej i zasadniczych wymogów bezpieczeństwa.

Siłownik pneumatyczny pracujący w pionie można zabezpieczyć przed opadaniem na kilka sposobów. Jednym z rozwiązań jest skorzystanie z modułu hamulca, który zatrzyma siłownik w sytuacji zaniku ciśnienia sterującego. Należy przy tym zwrócić uwagę, czy hamulec taki został zwalidowany przez jego producenta do odpowiedniego sposobu zatrzymania. Rozróżnia się zatrzymanie statyczne oraz dynamiczne. Zatrzymanie statyczne wymaga wstępnego zatrzymania siłownika, np. zaworem 5/3 w odciętych lub zaworami zwrotnymi sterowanymi np. serii ASP. Zatrzymanie dynamiczne, to zatrzymywanie siłownika także podczas jego ruchu przy użyciu samego hamulca, taką walidację zgodną z normą ISO 13849-2 posiadają siłowniki serii C96N-X3075. Hamulce pneumatyczne są rozwiązaniem, którego nie spotkamy w napędach innych niż liniowe, dlatego dopuszcza się także zatrzymywanie napędów np. za pomocą samych zaworów zwrotnych sterowanych, których działanie polega na zamknięciu ciśnienia wewnątrz komór siłownika, sprawiając, że taki napęd także zatrzyma się w miejscu pod warunkiem braku wewnętrznych przecieków.



Poza wyborem sposobu zatrzymania pozostaje problem doboru pokrycia diagnostycznego dla pneumatycznej funkcji bezpieczeństwa w kategoriach 2 do 4 wg ISO 13849-1. Jest to szczególnie kłopotliwe w komponentach nie wykorzystujących prądu elektrycznego, jak np. zawory zwrotne sterowane. SMC opracowało pierwszy zawór zwrotny sterowany wyposażony w element monitorujący serii XT34, pozwalający osiągnąć najwyższy poziom pokrycia diagnostycznego DC = 99%, co będzie szczególnie ważne przy realizowaniu zatrzymania w PL d i e.

SMC w odpowiedzi na potrzeby Klientów opracowało i udostępniło pierwszy na świecie konfigurator pneumatycznych funkcji bezpieczeństwa – PneuSAFE, dostępny na stronie [www.smc.pl](http://www.smc.pl). Narzędzie to podpowiada jak zrealizować 12 podstawowych funkcji bezpieczeństwa z wykorzystaniem pneumatyki, zarówno w sposób jedno- jak i dwukanałowy, pozwalając jednocześnie wygenerować schemat pneumatyczny w środowisku PneuDraw.

 Paweł Broda

Field Application Senior Engineer – machinery safety specialist



Expertise – Passion – Automation

SMC Industrial Automation Polska Sp. z o.o.

ul. Stefana Batorego 10 A

Pass. 05-870 Błonie

tel. 22 344 40 00

e-mail: [office@smc.pl](mailto:office@smc.pl)

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

MOVITRANS® line

# Bezkontaktowy przesył energii na duże odległości

Chcesz szybko i elastycznie transportować towary na duże odległości bez potrzeby wykorzystania wszelkiego rodzaju przenośników? W takiej sytuacji najlepszym rozwiązaniem są mobilne systemy transportowe. Idealnym sposobem zasilania takiego systemu jest MOVITRANS®, który jest bezstykowy, cichy i odporny na zużycie. Brakuje miejsca na szafę rozdzielczą? Dzięki nowemu decentralnemu rozwiązaniu MOVITRANS® zaoszczędzą Państwo miejsce i czas.



Cały system działa na zasadzie indukcyjnego transferu energii. Przesył energii elektrycznej do jednego lub wielu mobilnych urządzeń odbywa się przy tym w sposób bezkontaktowy za pośrednictwem na stałe poprowadzonego przewodu. Możliwe jest też ładowanie stacjonarne w punkcie postojowym poprzez płytę ładowania. Kosztowne oraz wprowadzające wiele ograniczeń przewodniki kabli czy szyny prądowe to już przeszłość.

## Właściwości

Kompleksowość i możliwość stosowania z różnymi urządzeniami

- Technologia opierająca się na zasadzie indukcyjnego transferu energii.
- Przekazywanie energii elektrycznej odbywa się bez przerwy za pośrednictwem przewodu ułożonego wzdłuż drogi.
- W przypadku zastosowania nowego systemu przewodów klinowych nie zachodzi potrzeba wykonywania prac związanych z cięciem betonu czy zalewania szczeliny żywicą.
- Sprzężenie elektromagnetyczne realizowane jest poprzez szczelinę powietrzną, nie wymaga częstej konserwacji oraz zapewnia odporność na zużycie.

**W**wielu zakładach maszyny i urządzenia są oddalone od siebie na znaczne odległości. Wcześniej połączenia między nimi realizowane były za pomocą kosztownych i wymagających dużych nakładów na konserwację przenośników lub pojazdów kierowanych przez pracowników. Dziś mobilne systemy transportowe pokonują takie odcinki bez najmniejszych problemów.

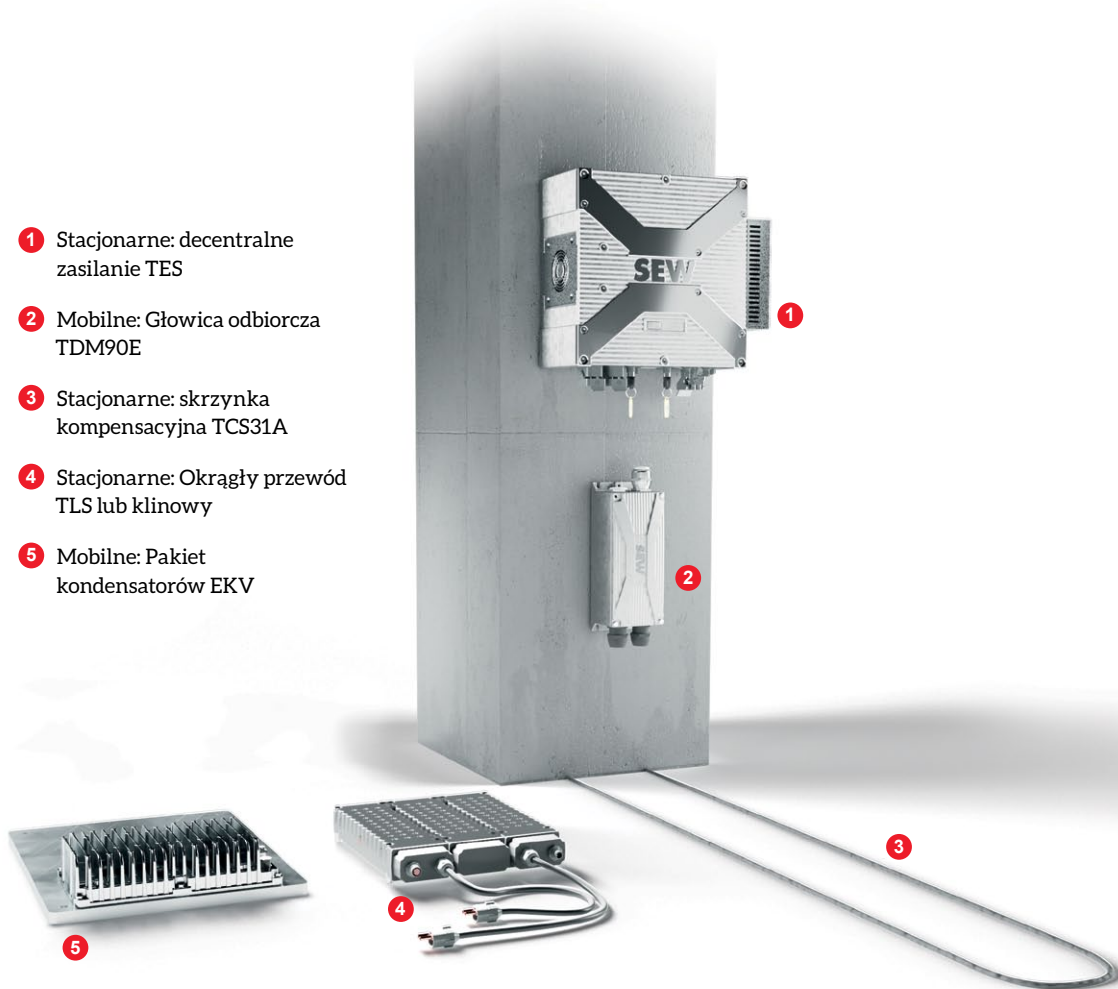
Jeżeli materiały lub towary muszą szybko pokonywać długą drogę i być bezpiecznie transportowane z punktu

A do punktu B, najlepszym systemem zasilania dla bezobsługowych pojazdów jest MOVITRANS® firmy SEW-EURODRIVE.

Jak to osiągnęliśmy? Rozwiązanie jest proste. W przypadku systemu MOVITRANS® przesył energii realizowany jest bezkontaktowo przez szczelinę powietrzną, dzięki czemu połączenie jest całkowicie bezobsługowe oraz odporne na zużycie. Poza tym bezstykowe zasilanie pozwala również na osiąganie wysokich prędkości przekraczających 10 m/s.



- 1 Stacjonarne: decentralne zasilanie TES
- 2 Mobilne: Głowica odbiorcza TDM90E
- 3 Stacjonarne: skrzynka kompensacyjna TCS31A
- 4 Stacjonarne: Okrągły przewód TLS lub klinowy
- 5 Mobilne: Pakiet kondensatorów EKV



- Bezkontaktowy przesył energii nie powoduje zanieczyszczeń i charakteryzuje się odpornością na zanieczyszczenia obce.
- Bardzo prosta zasada działania zapewnia ekstremalnie duże korzyści praktyczne w kontekście eksploatacji maszyn.
- Kosztowne oraz wprowadzające ograniczenia przewodniki kabli, szyny prądowe czy sztywne instalacje montowane do posadzki to przeszłość.

## Bezpieczne odłączanie

SAFS: bezpieczne odłączanie zasilania

Aby zapobiec sytuacji, w której ludzie znajdą się w obszarze oddziaływania niewidzialnego pola elektromagnetycznego, nasza technologia MOVITRANS® została wyposażona w unikalne funkcje bezpieczeństwa „SAFS”. Ten skrót oznacza *Safe AC Field Stop* (AC = prąd zmienny). Funkcji tej można użyć na przykład w przypadku nieużywania odcinka przewodu sterowniczego lub na potrzeby serwisowania pojazdów.

Funkcja SAFS zapewnia bezpieczne odłączenie pola magnetycznego, gdy na odcinku drogi żaden mobilny pojazd nie jest ładowany lub odcinek nie jest aktualnie użytkowany. SAFS jest zgodny ze standardem ISO 13849 w odniesieniu do Performance Level d (skrót PL d) lub ze standardem systemów napędowych IEC 61800-5-2.

## Obszary zastosowania

Idealne rozwiązanie do elastycznego transportu materiałów – niezależnie od gałęzi przemysłu:

- systemy transportu naziemnego;
- elektryczna kolejka podwieszana (EMS);
- podnośniki lub urządzenia typu Shuttle;
- systemy mobilne;
- wózki poprzeczne;
- układnice;
- platformy Skillet;
- systemy transportowe w centrach logistycznych.

## Certyfikaty, zgodność

Do wszystkich wskazanych komponentów MOVITRANS®:

- CE (Europa);
- EAC – Euroazjatycka Unia Gospodarcza (Armenia, Białoruś, Kazachstan, Kirgistan, Rosja);
- atest UL (USA oraz Kanada);
- UKCA (Wielka Brytania).

### Redukcja kosztów inwestycji, uruchomienia i utrzymania

W ostatecznym rozrachunku decentralne i bezstykowe zasilanie MOVITRANS® jest optymalnym wyborem, gdy chcą Państwo zwiększyć produktywność, redukując jednocześnie koszty. Dlaczego?

- **Takie rozwiązanie umożliwi Państwu skrócenie czasu instalacji i uruchomienia** dzięki łatwej obsłudze oraz brakowi konieczności zastosowania szafy rozdzielczej.
- **W znacznym stopniu zredukują Państwo koszty inwestycyjne**, ponieważ nawet w przypadku przekształcenia fabryki i koncepcji maszyn mogą Państwo nadal wykorzystać większość istniejących komponentów. Nie ma potrzeby nowych inwestycji.
- **Redukcja kosztów dzięki wysokiej wydajności energetycznej:** połączenie najnowocześniejszych technologii oraz krótkich dróg rozdziału energii w przypadku ładowania liniowego lub punktowego zapewnia eksploatację maszyn przy wysokiej wydajności.
- **Długofalowa redukcja nakładów związanych z konserwacją**, ponieważ MOVITRANS® zapewnia zwiększoną dostępność maszyn.

Stosowanie naszego oprogramowania inżynierskiego MOVITOOLS® MotionStudio ułatwi Państwu uruchomienie oraz wykorzystanie decentralnej bezstykowej technologii MOVITRANS®.

### Zalety

- **Elastyczne zastosowanie**  
Jest to możliwe dzięki innowacyjnej technologii punktowej MOVITRANS®, którą można też stosować w przestrzeni publicznej.
- **Łatwa konfiguracja**  
Dzięki modułowej budowie systemu MOVITRANS® możliwe jest jego dostosowanie do zmiennych zadań oraz modyfikacja.
- **Większa produktywność**  
MOVITRANS® oferuje maksymalne bezpieczeństwo systemowe, nie wymaga dużych nakładów konserwacyjnych i jest odporny na zużycie.
- **Oszczędność kosztów inwestycyjnych**  
Większość istniejących komponentów może zostać ponownie wykorzystana, nawet po zmianach koncepcji maszyn i fabryki.

- **Obniżenie kosztów eksploatacyjnych**  
MOVITRANS® zapewnia zwiększoną dostępność maszyn oraz długofalowe oszczędności nakładów na prace konserwacyjne.

### Zakres systemu

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

- W przypadku ułożonego w posadzce przewodu lub płyty ładowania konieczne jest zastosowanie płaskiej głowicy odbiorczej.
- Szczelina powietrzna pomiędzy przewodami a głowicą powinna wynosić około 20 mm. Dzięki temu możliwa jest wysoka wydajność transferu również w sytuacjach, w których głowica nie znajduje się w niezmiennej odległości od przewodów.

Nasz zdecentralizowany system magazynowania energii dla systemu MOVITRANS® umożliwi dostosowanie i doposażenie zadań intralogistyki zgodnie z wymaganiami, w dowolnym momencie. Nową funkcję bezpieczeństwa Safe AC Field Stop – SAFS można łączyć ze sterownikami bezpieczeństwa oraz bezpiecznymi czujnikami i dzięki temu to idealne rozwiązanie dla systemów przemysłowych. SEW-EURODRIVE oferuje Klientom produkty i rozwiązania od pojedynczych elementów napędowych, aż po kompleksową automatyzację fabryk. ■

Drive.  
Automation.  
Beyond.

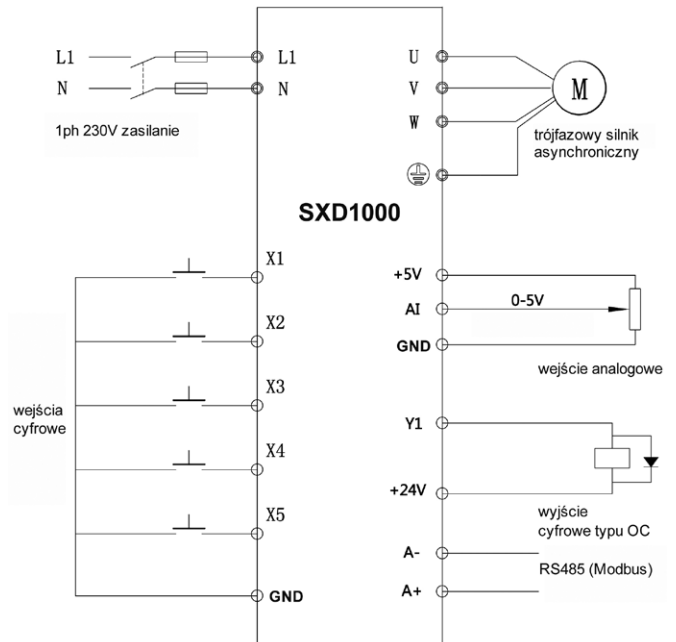
**SEW**  
EURODRIVE

SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.  
ul. Techniczna 5  
92-518 Łódź  
tel. 42 293 00 00  
e-mail: sew@sew-eurodrive.pl  
www.sew-eurodrive.pl

# 3 x naj: najnowszy, najmniejszy, najtańszy falownik SXD1000. Cz. 2

W październikowej edycji miesięcznika „Napędy i Sterowanie” w roku 2021 r. pisaliśmy już o naszym najnowszym falowniku serii SXD1000. Określiśmy go trzema słowami: najnowszy, najmniejszy i najtańszy z przemienników częstotliwości. Falownik SXD1000 jest wysoko funkcjonalnym urządzeniem o charakterystyce wektorowej, o kompaktowych rozmiarach; dzięki zoptymalizowanej konstrukcji zajmuje niewiele miejsca i może być montowany bezpośrednio w szafie sterowniczej. Posiada wygodną regulację prędkości dzięki zastosowaniu precyzyjnego potencjometru na płycie frontowej falownika, wymuszone chłodzenie powietrzem,

duży moment obrotowy przy niskiej częstotliwości w pracy wektorowej. Ponadto charakteryzuje się krótkim czasem reakcji. Falownik SXD1000 dostępny jest w zakresie mocy 0,2–1,1 kW, posiada wbudowany regulator PID oraz moduł IPM nowej generacji z szeregiem funkcji zabezpieczających. IPM (*Intelligent Power Module*), czyli inteligentny moduł zasilania. Jest to urządzenie, które charakteryzuje się



Rys. 1. Schemat elektryczny falownika:

- zasilanie jednofazowe  $1 \times 230 \text{ V}$ ;
- wyjście trójfazowe  $3 \times 230 \text{ V}$ ;
- 5 wejść cyfrowych;
- 1 wyjście cyfrowe typu open collector;
- 1 wejście analogowe 0–5 V;
- zasilacz 24 V / 100 mA;
- zasilacz 5 V / 20 mA

reklama



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

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



**SANYU.eu**  
falowniki • softstarty



Testowane i Serwisowane w Polsce  
+48 606 945 936



OSZCZĘDZA ŚRODOWISKO I TWOJE PIENIĄDZE  
ECO-MONEY SAVING



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



tym, że w stosunkowo niewielkim gabarycie posiada bardzo dużą wydajność. Charakteryzuje się dużą szybkością i małymi stratami mocy. Moduły są zbudowane z tranzystorów IGBT lub MOSFET, diod, sterowników, bramek a także elementów pomocniczych. Moduły IPM mają wbudowane rezystory pomiarowe, które zapewniają kontrolę prądu płynącego przez poszczególne fazy zasilające jak i wyjściowe. Umieszczenie prawie wszystkich niezbędnych elementów w jednej obudowie zmniejsza wielkość falownika niemal o połowę. Dzięki elementom pomiarowym modułu IPM możliwy jest też podgląd parametrów w czasie rzeczywistym. Przełączniki częstotliwości SXD1000 są łatwe do zaprogramowania dzięki intuicyjnemu oprogramowaniu. Daje ono również możliwość szybkiej obsługi układów jednosilnikowych jak i wielosilnikowych,

polegających na podpięciu kilku silników do jednego falownika. Funkcja pracy wektorowej powoduje, że falownik SXD1000 samodzielnie dostosuje się do aktualnego obciążenia silnika. Falowniki te znajdują szczególne zastosowanie w przemyśle spożywczym. Chętnie wykorzystywane są do zasilania pomp i wentylatorów. ■

Więcej informacji uzyskają Państwo na naszej stronie [www.sanyu.eu](http://www.sanyu.eu).

**SANYU.eu**<sup>®</sup>  
falowniki • softstarty

e-mail: [info@sanyu.eu](mailto:info@sanyu.eu)

[www.sanyu.eu](http://www.sanyu.eu)

### WYDARZENIA

#### Pierwszy kanadyjski robot kolaboratywny

Kinova wprowadziła na rynek Link 6, robota przemysłowego nowej generacji, przeznaczonego dla wszystkich firm chcących korzystać z zalet automatyzacji. Kanadyjskie przedsiębiorstwo twierdzi, że na dynamicznie rozwijającym się rynku innowacyjny system stworzony od początku do końca w Ameryce Północnej wyróżnia się łatwością obsługi i wyjątkowym interfejsem użytkownika.

Link 6 to pierwszy przemysłowy robot współpracujący w Kanadzie, wyposażony w rozwiązania, które umożliwiają

zwiększoną wydajność przy jednoczesnej poprawie jakości i spójności produkcji. Kluczowymi zastosowaniami w momencie wprowadzenia na rynek będą aplikacje pick-and-place, montaż części oraz obsługa maszyn.

Kontroler Link 6 firmy Kinova zapewnia najwyższą moc przetwarzania i pojemność pamięci na rynku, dzięki czemu jest gotowy do wykorzystania wraz z technologiami opartymi o sztuczną inteligencję, przy jednoczesnym zachowaniu kompaktowych rozmiarów.

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

reklama



**PTAK  
WARSAW  
EXPO**

## MIĘDZYNARODOWE BRANŻOWE TARGI PRZEMYSŁU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

# 25-26 MAJA 2022

Są już z nami



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

# Realizacje systemów automatyki z wykorzystaniem sterowników SIMATIC S7-1500 ET200SP CPU i napędu SINAMICS S210

reklama



DOSTAWCA KOMPLEKSOWEJ  
OFERTY ELEMENTÓW  
I SYSTEMÓW AUTOMATYKI

Układ sterowania linią do cięcia styropianu z systemem automatycznego rozdziału na pojedyncze paczki.

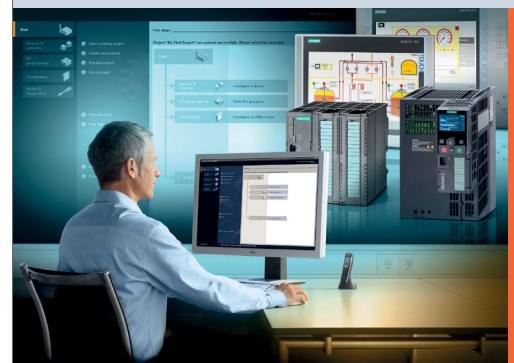
W ramach realizowanego projektu firma Impol-1 dostarczyła sprzęt i uczestniczyła w procesie migracji i rozbudowy układu sterowania z systemu S7-1200 na system rozproszony ET200SP. Wdrożone zostały dodatkowe algorytmy pracy linii oraz oprogramowany układ odbioru i rozdziału gotowych paczek styropianu.

Dzięki modernizacji układu sterowania szczególnie przez zastosowanie wysp rozproszonych po sieci PROFINET możliwe było przyspieszenie wdrożenia i uruchomienia linii produkcyjnej, która często ma długość od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów. Elastyczność układu sterowania ma szczególne znaczenie dla producenta maszyny

- Czujniki indukcyjne i pojemnościowe
- Czujniki optyczne
- Liczniki i wskaźniki
- Zasilacze
- Enkodery
- Elektrotechnika przemysłowa
- Systemy alarmowe separatorów



- Realizacja systemów sterowania
- Wsparcie techniczne i dostawy urządzeń
- Prefabrykacja szaf sterowniczych
- Programowanie sterowników i wizualizacji
- Realizacja systemów bezpieczeństwa



[www.impol-1.pl](http://www.impol-1.pl)  
[www.sklep.impol-1.pl](http://www.sklep.impol-1.pl)

IMPOL-1 F.Szafrński Sp.J.  
02-255 WARSZAWA  
ul. Krakowiaków 103

tel. (22) 886 56 02  
fax. (22) 886 56 04

systemy@impol-1.pl

elementy@impol-1.pl





w kontekście wymagań klienta końcowego, który najczęściej oczekuje dostosowania i zintegrowania maszyny/installacji do wymogów własnego zakładu produkcyjnego.

### Elementy układu sterowania:

- Sterownik ET200SP CPU.
- Panel operatorski SIMATIC COMFORT 12".
- Systemy napędowe SINAMICS S210 o mocy 0,75 kW i 1,5 kW.
- Wyspy rozproszone PROFINET ET200SP oraz ET200eco.
- Hybrydowe układy rozruchowe ET200SP serii 3RK.
- Przekształtniki serii SINAMICS V20.



**IMPOL-1 F. Szafranski Sp. j.**  
ul. Krakowiaków 103  
02-255 Warszawa  
tel. 22 886 56 02  
fax 22 886 56 04  
e-mail: handlowy@impol-1.pl  
www.impol-1.pl

### WYDARZENIA

#### Spot przeczesuje Pompeje

Spot od Boston Dynamics otrzymał nowe zadanie, jakim jest patrolowanie ruin starożytnych Pompei.

Robot będzie używany do inspekcji terenu pod kątem potencjalnych problemów z bezpieczeństwem i rejestrowania zmian konstrukcyjnych w czasie, aby pozwolić lepiej zarządzać zabytkowymi ruinami. Częścią pracy Spota będzie autonomiczne poruszanie się po terenie z wykorzystaniem skanera 3D prewencyjnie śledzącego wszelkie drobne zmiany w strukturach.

Nowatorska aplikacja stworzona dla robota została opracowana przez Gabriela Zuchtriegla, nowego dyrektora Stowiska Archeologicznego w Pompejach. Zuchtriegel to młody archeolog, który w zeszłym roku został kontrowersyjnie powołany na swoje stanowisko, a jego nowatorskie wykorzystanie technologii

w starożytnych ruinach sygnalizuje zmianę w podejściu do zarządzania antycznym miastem.

- Postęp technologiczny w świecie robotyki w postaci sztucznej inteligencji i systemów autonomicznych przyniósł rozwiązania i innowacje typowo kojarzone ze światem przemysłowym i produkcyjnym, które do tej pory nie znalazły zastosowania na stanowiskach archeologicznych ze względu na zróżnicowanie warunków środowiskowych i rozległość terenu - powiedział Zuchtriegel w oświadczeniu zapowiadającym wdrożenie Spota.

Według Zuchtriegla jednym ze szczególnych celów Spota będzie określenie poziomu bezpieczeństwa wielu tuneli wykorzystywanych przez złodziei do najazdów na Pompeje. Przez dziesięciolecia łupieżcy grobowców wykorzystywali je do plądrowania starożytnego miejsca. Zuchtriegel ma nadzieję, że robot będzie

wystarczająco kompaktowy i zwinny, aby móc je skanować i monitorować ich integralność strukturalną.

- Zazwyczaj warunki w tunelach wykopanych przez złodziei grobów są wyjątkowo niepewne, a w konsekwencji wykorzystanie robota do ich eksploracji może oznaczać przełom, który pozwoli nam pracować nad ich poznawaniem z większą szybkością przy zachowaniu całkowitego bezpieczeństwa - podsumował Zuchtriegel.

Spot będzie współpracował z Leica BLK2FLY, autonomicznym dronem skanującym 3D. Oba urządzenia będą działać w tandemie, monitorując teren pod kątem wszelkich zniszczeń spowodowanych przez odwiedzających lub niezależnych uszkodzeń ruin, które mogłyby sygnalizować potrzebę ich renowacji.

Źródło: newatlas

reklama

Które wydanie  
miesięcznika  
jest dla Ciebie?

5/2022

Termowizja, monitoring, pomiary

6/2022

Przemysł 4.0

7-8/2022

Systemy automatyzacji w górnictwie



# CHARGE BOX i CHARGE DUO firmy Linteli

**L**INTELI Sp. z o.o. jest firmą inżynierską z sektora elektroenergetycznego, założoną w 2001 roku przez Przemysła Paczkowskiego. Pierwotną formą prawną była działalność gospodarcza, która w związku z dynamicznym rozwojem firmy, w 2008 roku została przekształcona w spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością.

W wyniku rosnącej świadomości ekologicznej oraz potrzeby podążania za zmianami wspierającymi ograniczenie emisji związków toksycznych od wielu lat czynnie uczestniczymy w kreowaniu polskiej energetyki

Stacja ładowania CHARGE  
DUO AC 2X22KW



Ładowarka naścienna CHARGE  
BOX AX 1Xd22KW

odnawialnej. Wraz z rozwojem samochodów elektrycznych rozwija się cała branża elektromobilności. My jako firma wspierająca nowe technologie stworzyliśmy dla Was dwa produkty pomagające naładować nasze samochody energią.

## CHARGE BOX – stacja ładowania naścienna do ładowania pojazdu w domowym zaciszu

- Napięcie znamionowe 400 V AC.
- Częstotliwość znamionowa 50 Hz.
- Prąd znamionowy. Możliwość sterowania do 32 A.
- Moc ładowania. Możliwość sterowania do 22 kW.
- Wizualizacja stanu Dioda RGB na frontowej ścianie.

## CHARGE DUO – stacja ładowania do samochodów elektrycznych dla klientów instytucjonalnych oraz indywidualnych

- Napięcie znamionowe 400 V AC.
- Częstotliwość znamionowa 50 Hz.
- Prąd znamionowy do 32 A na jeden punkt ładowania.
- Moc ładowania do 22 kW na jeden punkt ładowania.

Obydwa produkty będziecie mogli zobaczyć na Targach GREENPOWER w Poznaniu (25–27 kwietnia) oraz na Targach SOLAR EXPO w Warszawie (25–26 maja)



Zapraszamy serdecznie na obydwie wydarzenia!

LINTELI Sp. z o.o.  
www.linteli.com.pl

reklama

# LINTELI

napędzani  
energją

STACJE ROZDZIELCZE WN/SN/nN  
AUTOMATYKA ELEKTROENERGETYCZNA

UKŁADY NAPĘDOWE

PROFESJONALNY SERWIS

ELEKTROMOBILNOŚĆ



## Dla kogo działamy?

Dla inwestorów i generalnych wykonawców:

Grupy energetyczne: ENEA, ENERGA, PGE, RWE, Tauron

Grupy paliwowe: Lotos i PGNiG

Grupy wydobywcze: PGE i KGHM

Grupy hutnicze: AccelorMittal i HMG

Firmy produkcyjne: Beiersdorf, Kronospan, Mondelez, Mondy, Nestle, Gillette, Samsung

Firmy wykonawcze krajowe i zagraniczne branży elektrycznej

Jesteśmy autoryzowanym partnerem:



Ładowarki / Belgia

Linteli Sp. z o.o.  
Zakrzewo, ul. Poziomkowa 10  
62-070 Dopiewo  
tel. +48 61 624 76 77  
linteli.com.pl

Skontaktuj się  
z nami!

LINTELI

### Sztuczna inteligencja lekarstwem na alergię

Polscy badacze opracowali metodę analizy skóry wystawionej na alergeny w oparciu o obraz pochodzący z kamery wizyjnej i termowizyjnej sprzężonych z systemem analizy obrazu. Pozwala to na bardziej sprawne i wiarygodne badania.

SkinLogic powstał we współpracy zespołu dr. hab. inż. Roberta Nowaka z Politechniki Warszawskiej, pracowników Milton Essex pod kierownictwem dr. Jacka Stępnia oraz naukowców z Wojskowego Instytutu Medycznego.

Standardowa procedura diagnostyczna jest w pełni manualna. Wymaga wizyt u specjalisty, wprowadzania pod skórę

alergenów i po odpowiednim czasie pomiaru ewentualnych odczynów za pomocą linijki.

W przypadku nowego podejścia na ostatnim etapie innowacyjne urządzenie unieruchamia rękę pacjenta, maszyna wykonuje skan obszaru potraktowanego alergenami, a następnie algorytm opracowany na Politechnice Warszawskiej pozwala ocenić zarówno wielkość odczynu, jaki i jego kształt oraz nietypowe reakcje. W ocenie pomagają w szczególności widoki otrzymane w widmie dalekiej podczerwieni. Metoda pozwala analizować jak dany fragment skóry zachowywał się w czasie.

Model SkinLogic bazuje na 1500 obrazach skórnych reakcji alergicznych

otrzymanych w ramach badań klinicznych prawie 100 pacjentów. Opracowane przez lekarzy dane wykorzystywane są przez system sztucznej inteligencji, który uczy się rozpoznawać rodzaj potencjalnej alergii. Podczas badania otrzymywane są obrazy o rozmiarze 100x100 pikseli, dzięki czemu każdy z nich może być badany osobno. Oceniając zmianę skórną, dermatolog posiada dużo bardziej ogólny obraz uczulenia. Odnalezienie wzorców było żmudnym zadaniem, jednak wytrenowany algorytm jest bardzo wydajny i dokładny. SkinLogic wykrywa zmiany skórne o średnicy poniżej 0,3 mm.

Źródło: naukawpolsce.pl

### Japończycy nauczyli robota obierać banana

Naukowcy z Japonii zaprezentowali robota, który obrał owoc banana bez uszkodzenia jego struktury. Film wideo opublikowany przez Uniwersytet Tokijski pokazuje, że jest on w stanie przeprowadzić proces w ciągu zaledwie trzech minut z pomocą dwóch manipulatorów.

Maszyna była w stanie z powodzeniem wykonać zadanie po około 13 godzinach treningu, ale wskaźnik sukcesu

dwuramiennej konstrukcji póki co wynosi 57%. Wymaga to dokładnego zrozumienia skomplikowanych poleceń ze strony maszyny, a naukowcy są przekonani, że wykorzystaną do tego celu metodologię można zgłębić bardziej, aby rozszerzyć jej zastosowanie do wykonywania zadań, takich jak przenoszenie metalowych części z jednego miejsca na drugie.

Za projektem opartym na technologii głębokiego uczenia się stoją Heecheol Kim i Yasuo Kuniyoshi. W ramach treningu

ich robot ponad sto razy przeprowadzał demonstrację procesu obierania bananów, aby zebrać dane potrzebne do jego odtworzenia.

Kuniyoshi wierzy, iż metoda wykorzystywana przez naukowców do szkolenia może być zastosowana w różnych sektorach przemysłu, aby docelowo pomóc w rozwiązaniu japońskich problemów związanych ze starzejącą się siłą roboczą.

Źródło: wionews

reklama



Preferujesz internet?

Wypromuj się na

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

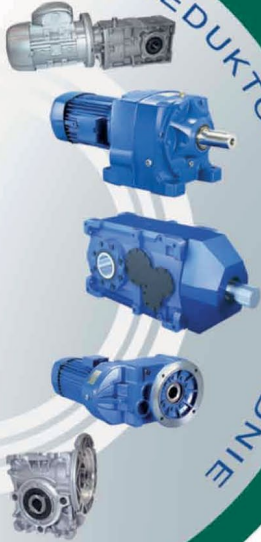


# SENOMA

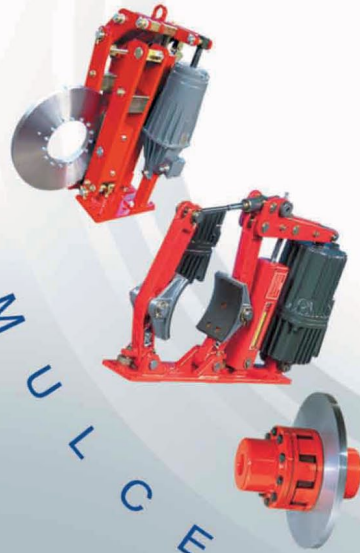
SENOMA Sp. z o.o., 40-153 Katowice, Al. Korfantego 191  
 tel. +48 32/730 30 30, tel. +48 32/730 30 31, fax +48 32 /730 23 23  
 e-mail: senoma@senoma.pl, www.senoma.pl

www.senoma.pl  
**TECHNIKA NAPĘDOWA**

MOTOREDUKTORY, PRZEKŁADNIE



H  
A  
M  
U  
L  
C  
E



SILNIKI, FALOWNIKI, SOFTSTARTY



W  
A  
Ł  
Y  
C  
A  
R  
D  
A  
N  
A



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



P  
I  
E  
R  
Ś  
C  
I  
E  
N  
I  
E



www.senoma.pl  
**TECHNIKA NAPĘDOWA**

S  
P  
R  
Z  
E  
G  
Ł  
A



**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

*[Signature]*

Lubomir Vik Area Sales Mng  
 Mechelen, June 2013

Rodrigo Madiedo Coupling Marketing Mng  
 Mechelen, June 2013

**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

*[Signature]*

Rodrigo Madiedo Coupling Marketing Mng  
 Mechelen, July 2011

**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 cus-  
 tomer focus, Senoma has distinguished  
 himself in outstanding consulting- and  
 service performance.

Declared by Rexnord

*[Signature]*

Uwe Palm Key-Account-Manager  
 Mechelen, May 2010

Eric Bickley General Manager  
 Mechelen, May 2010

**TOP-Distributor 2012**

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

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

Declared by Rexnord

*[Signature]*

Lubomir Vik Area Sales Mng  
 Mechelen, June 2013

Rodrigo Madiedo Coupling Marketing Mng  
 Mechelen, June 2013



# Eliminacja zaburzeń elektroenergetycznych oraz własności użytkowe zasilaczy UPS

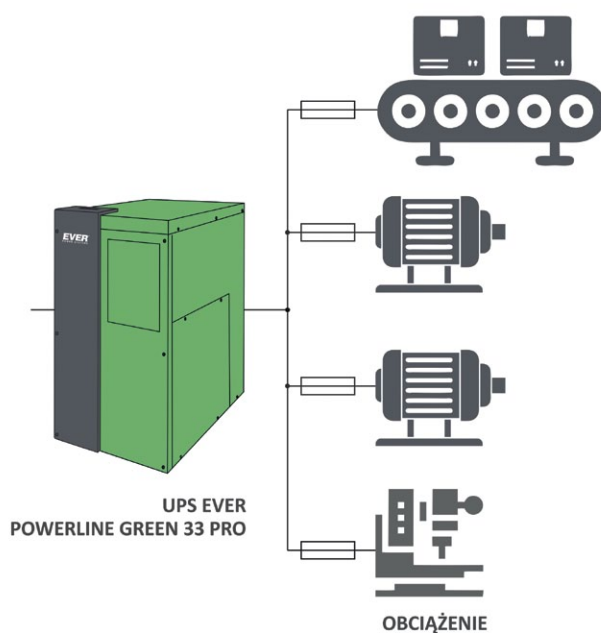
Michał Przybylski

We wszelkich obszarach działalności człowieka wykorzystywane są powszechnie urządzenia elektryczne. Dla zapewnienia ich prawidłowej pracy niezbędne jest dostarczenie im energii elektrycznej o ściśle określonych parametrach. Podstawowymi parametrami określającymi jakość energii elektrycznej są: wartość i częstotliwość napięcia, odkształcenia przebiegu napięcia (odkształcenia od przebiegu sinusoidalnego) oraz ciągłość zasilania. Jakość energii elektrycznej bezpośrednio wpływa na: bezpieczeństwo, niezawodność i poprawność funkcjonowania zasilanych urządzeń jak też ciągłość realizacji procesów produkcyjnych.

Do najczęściej występujących zaburzeń w sieciach elektroenergetycznych należą: zaniki napięcia (krótkotrwałe bądź długotrwałe), wahania wartości napięcia (wzrosty lub zapady napięcia), przepięcia (krótkotrwałe impulsy wysokonapięciowe), wahania częstotliwości napięcia oraz odkształcenia przebiegu napięcia (wyższe harmoniczne). Wraz z rozwojem osprzętu elektrycznego, elektronicznego i informatycznego wzrasta niebezpieczeństwo powstawania i oddziaływania zaburzeń. Typ oraz charakter powstających i oddziałujących zaburzeń zależy od wykorzystywanych urządzeń. Układy, w których zachodzą częste stany łączeniowe elementów biernych (cewek i kondensatorów) mogą mieć tendencje do generowania przepięć (powstających w stanach przejściowych), szczególnie groźnych dla pracy podzespołów elektronicznych (półprzewodnikowych). Występujące w układach elementy o silnych nieliniowościach sprzyjają powstawaniu odkształceń sygnałów napięciowych i prądowych (generowaniu wyższych harmonicznych). Odkształcenia przebiegu napięciowego niekorzystnie wpływają na pracę urządzeń. Mogą powodować powstawanie dodatkowych strat mocy, przegrzewanie się podzespołów oraz przewodów neutralnych oraz przedwczesne starzenie się urządzeń.

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

- poprawę wartości, częstotliwości i kształtu napięcia dostarczanego do zabezpieczanych odbiorników, co korzystnie wpływa na ich warunki funkcjonowania;



Rys.1. UPS z liniami zasilanych odbiorników, z zastosowaniem bezpieczników w poszczególnych liniach

- wyeliminowanie oddziaływania przenoszonych przez przewodzenie zaburzeń sieciowych (powstających w wyniku podłączenia do wspólnej sieci przez innych odbiorców obciążeń nieliniowych, niesymetrycznych bądź wielokrotnie przełączanych);
- wzrost pewności, niezawodności dostarczania do odbiorników energii elektrycznej o określonej jakości (również w przypadkach zaników zasilania sieciowego).

Inną pozytywną zaletą (oprócz eliminacji zaburzeń elektroenergetycznych) zasilaczy z serii POWERLINE GREEN 33 PRO jest duży prąd zwarcia, umożliwiającą uzyskanie korzystnej selektywności zabezpieczeń na liniach zasilania. Na wyjściu zasilacza UPS odbiorniki mogą być pogrupowane w kilka linii, w których stosowane są dodatkowo zabezpieczenia liniowe (zwarciowe i przeciążeniowe), co przedstawiono na rys. 1. Jeśli wystąpi zwarcie (stan awaryjny) w odbiorniku jednej z zasilanych linii, wówczas w przypadku niskiego prądu zwarcia zasilacza UPS może on przejść w stan awaryjny i odłączyć zasilanie od wszystkich linii. W takiej sytuacji wszystkie odbiorniki nagle, niekontrolowanie przestałyby pracować, co mogłoby pociągnąć za sobą niekorzystne konsekwencje.

Zasilacze UPS EVER POWERLINE GREEN 33 PRO mają duży prąd zwarcia. W chwili wystąpienia zwarcia w jednej z linii duży prąd zasilacza powoduje zadziałanie bezpiecznika liniowego (w torze, w którym wystąpiło zwarcie) i odłączenie tylko tej części obwodu, a odbiorniki w pozostałych liniach zasilane są nieprzerwanie przez UPS.

Wszystkie te elementy wpływają bezpośrednio na poprawę jakości i niezawodności zasilania elektrycznego zabezpieczanych odbiorników, a zatem na poprawę bezpieczeństwa. Ważne

jest również to, że energia dostarczana w czasie normalnej pracy (siecioviej) przez UPS (on-line) do odbiorników jest lepszej jakości niż energia sieciowa, a zatem systemy zasilania gwarantowanego poprawiają warunki pracy zasilanych urządzeń, a dodatkowo ograniczają ich negatywne oddziaływanie na sieć zasilającą. ■

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



EVER Sp. z o.o.  
ul. Wołczyńska 19  
60-003 Poznań  
tel. 61 6500 400  
fax 61 6510 927  
e-mail: ups@ever.eu  
www.ever.eu


reklama

**EVER**  
POWER SYSTEMS


# Kompleksowe zasilanie gwarantowane dla przemysłu i infrastruktury



 **Identyfikacja** kluczowych potrzeb Klienta

 **Wsparcie w doborze** skutecznego rozwiązania

 **Doradztwo** w zakresie produktów i usług EVER

 **Opieka** przed- i posprzedażowa

**ZOBACZ  
KATALOG  
ROZWIĄZAŃ  
EVER**



ever.eu/industry

 **DZWOŃ**  
**+48 61 6500 425**

 **Wołczyńska 19,**  
**60-003 Poznań**

 **zapytanie@ever.eu**  
**www.ever.eu**



# Świat wirtualny i rzeczywisty

Inżynieria cyfrowa oferuje ogromny potencjał dla efektywności w budowie maszyn – tym bardziej, im wcześniej obierzemy właściwy kurs.

Wydajne maszyny i urządzenia wymagają nie tylko coraz bardziej skomplikowanych programów sterujących, ale również proces ich projektowania staje się bardziej złożony. Inżynieria cyfrowa już dziś przynosi tu ulgę, a jej pozytywne efekty będą jeszcze większe w przyszłości. Lenze oferuje zintegrowane narzędzia i usługi w całym cyklu życia maszyny, aby uprościć procesy, obniżyć koszty oraz zminimalizować wykozystanie czasu i zasobów w inżynierii.

## Nowoczesne narzędzia projektowe

Dzięki swoim aplikacjom i narzędziom firma Lenze już teraz realizuje tę koncepcję i wnosi znaczący wkład w konsekwentne wykorzystywanie danych. Jednym z centralnych narzędzi inżynierii cyfrowej jest EASY System Designer, który obejmuje pierwsze etapy inżynierii, takie jak pomysł, projekt i konkretne opracowanie. Dzięki temu internetowemu narzędziu wszystkie osoby zaangażowane w proces planowania z różnych dziedzin mogą przeprowadzić kompletne planowanie rozwiązań automatyki, od sterownika po technikę napędową, łącznie z niezbędnym oprogramowaniem aplikacyjnym.

W oparciu o zintegrowaną inteligencję narzędzie sprawdza opracowane rozwiązanie systemowe pod kątem jego wykonalności i dokumentuje wszystko, co jest niezbędne dla osób zaangażowanych w proces inżynieryjny. Pozwala to zaoszczędzić cenny czas planowania, skrócić proces podejmowania decyzji i zmniejszyć ryzyko związane z projektem.

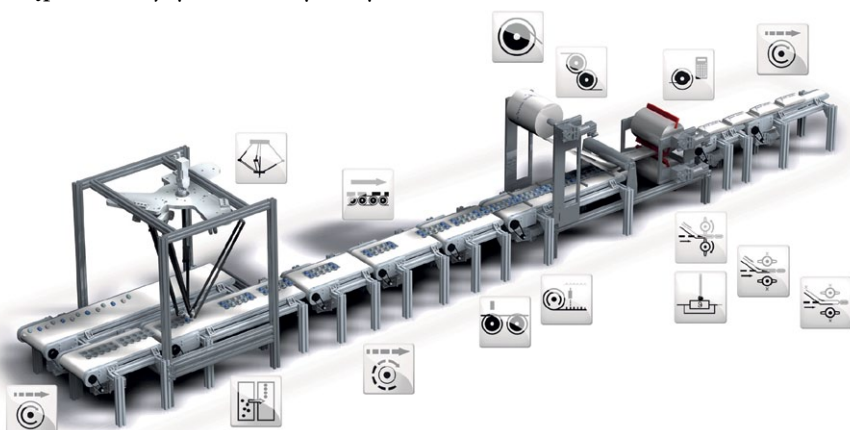
Następnie możliwe jest przygotowanie programu PLC w oparciu o planowane rozwiązanie systemowe. Struktura maszyny, wybrane komponenty



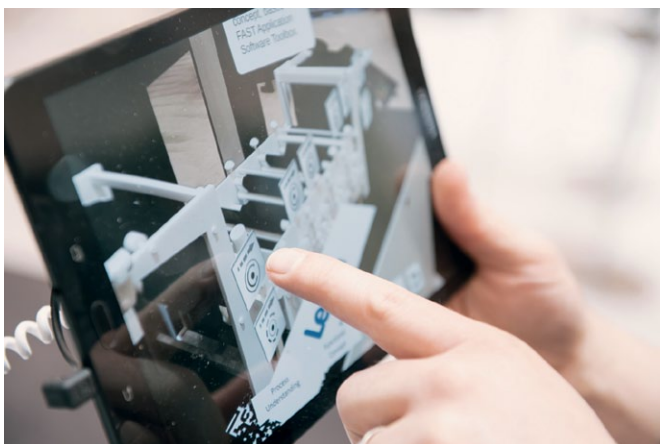
sprzętowe i moduły oprogramowania, jak również parametry aplikacji i inne istotne dane projektowe są dostępne dla programisty w jego środowisku inżynierskim. Dzięki temu może on sprawniej dokończyć program PLC i znacznie szybciej uruchomić maszynę.

Wygenerowane informacje można gromadzić w cyfrowym bliźniaku, a będą dostępne w kolejnych fazach cyklu życia

maszyny. Odpowiednie interfejsy umożliwiają dostęp do tych informacji także zewnętrznym narzędziom do symulacji i wirtualnego uruchomienia. Dzięki tym opcjom można szybciej wykrywać i korygować błędy w procesie rozwoju, a czas potrzebny na dostawę i uruchomienie ulega znacznemu skróceniu.







reklama

### Digital Twin – Cyfrowy Bliźniak

Cyfrowy bliźniak pojawił się w rzeczywistości i oferuje realne wsparcie w automatyce przemysłowej. Dzięki podejściu opartemu na jednym punkcie informacji, znormalizowanemu modelowi danych i dostępowi do danych stanowi on również podstawę do korzystania z usług w chmurze, które przyczyniają się do optymalizacji procesów produkcyjnych, a także do inteligentnej oceny danych operacyjnych z napędów, co sprawia, że dodatkowe czujniki stają się zbędne. Zwiększa też elastyczność zakładów, w których całe moduły produkcyjne mogą być łatwo wymieniane za pomocą *Plug & Produce*. Cyfrowy bliźniak odwzorowuje fizyczne komponenty i maszyny oraz służy jako punkt gromadzenia wszystkich istotnych informacji. Koncepcja ta znana jest pod nazwą *Asset Administration Shell* (AAS) i jako podstawowa technologia stanowi realne wsparcie w automatyce przemysłowej.

### Wspólna baza danych

Dostarczanie danych o komponentach przez dostawcę upraszcza procesy integracji w projekcie rozwojowym. Celem jest szybsze i tańsze wprowadzanie produktów na rynek dzięki uniknięciu powielania prac związanych z modelowaniem, a w idealnym przypadku – całkowicie bezsprzętowemu rozwojowi.

Cyfrowy bliźniak to kompletna cyfrowa reprezentacja maszyny lub systemu we wszystkich jego aspektach. Niekoniecznie jest to konkretny plik lub model, ale raczej ramka obejmująca wszystkie wersje i odniesienia danych produktu. W ten sposób wszystkie narzędzia mogą pracować na wspólnym zbiorze danych w całym cyklu życia produktu, który jest sukcesywnie uzupełniany o dalsze informacje. ■

# Lenze

Lenze Polska Sp. z o.o.  
e-mail: [biuro.pl@lenze.com](mailto:biuro.pl@lenze.com)  
[www.lenze.com](http://www.lenze.com)

# Wsparcie techniczne

## Teraz jeden numer telefonu!

# 721 205 500



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

Lenze

# Jak zakres ugięcia sprężyn krążkowych wpływa na ich wydajność

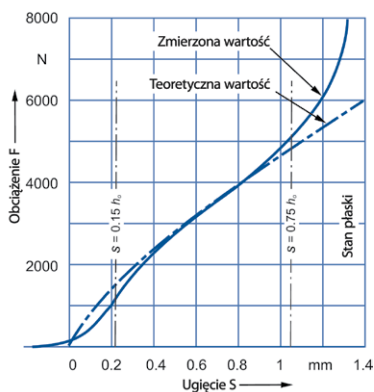
John Leckfor

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.

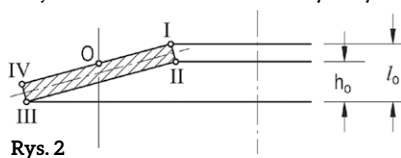


Rys. 1. Norma EN 16983, Grupa 2, Seria B 50 x 25,4 x 2 (dawniej DIN 2093)

## 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 ( $1400\text{--}1600\text{ N/mm}^2$ ), 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

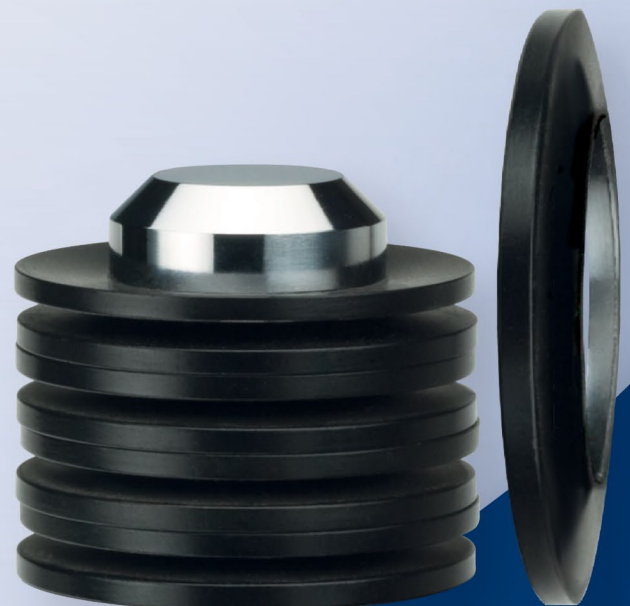
# SPIROL®

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



# Motoreduktory NORD DRIVESYSTEMS na pełnym morzu

Firma Hedinn została założona w 1922 roku w Reykjavíku i specjalizuje się w budowie maszyn i urządzeń. Tradycyjnie firma ma bliskie powiązania z islandzkim sektorem rybołówstwa, ale zapewnia również rozwiązania dla wielu innych sektorów przemysłu. System produkcji mączki rybnej „Hedinn Protein Plant (HPP)” jest jednym z najnowocześniejszych w swoim rodzaju i jest stosowany na trawlerach przetwórczych. Wykorzystano w nim rozwiązania napędowe NORD DRIVESYSTEMS, które zapewniły najwyższy poziom niezawodności operacyjnej i utrzymują maszyny w ruchu 24/7.

Hedinn jest ważnym partnerem w modernizacji tradycyjnych firm produkujących mączkę rybną i olej rybny na Islandii. Dzięki pionierskiej linii „Hedinn Protein Plant (HPP)” firma podniosła branżę na nowy poziom. Ze względu na swoją specjalną konstrukcję HPP znacznie przewyższa konwencjonalne instalacje pod względem oszczędności i wydajności. Upraszcza proces produkcji, zmniejsza zużycie energii i wody, a dzięki zwartej konstrukcji zajmuje tylko niewielką ilość miejsca. Ponadto w pełni zautomatyzowane maszyny Hedinn umożliwiają pracę w niskiej temperaturze, a także przetwarzanie całego surowca, w tym podrobów. Ze względu na te właściwości HPP jest doskonałym wyborem zarówno na lądzie, jak i na morzu. System jest stosowany na trawlerach przetwórczych (trawler to statek rybacki przystosowany do połowu ryb dennych za pomocą włóków dennych i pelagicznych ciągnionych za statkiem) w niemieckiej flocie rybackiej głębinowej. Połowy głębinowe są zwykle związane z długimi podrózami, które trawlerzy muszą przetrwać. Dotarcie do łowisk często trwa do pięciu dni. Mogą minąć cztery tygodnie, zanim statek powróci do portu. Niezbędna jest niezawodna technologia zapewniająca ciągłe działanie. Niektóre jednostki są nawet wyposażone we w pełni zautomatyzowaną linię przetwarzającą ryby. Maszyny filetują i pakują produkty gotowe dla konsumenta końcowego. Wszystkie etapy pracy – patroszenie,



cięcie, pakowanie i głębokie zamrażanie – odbywają się na morzu. Obecnie na morzu działają cztery przetwórnice HPP. Jeden z trawlerów rybackich jest wyposażony w model „HPP-2000 Marine”, który działa 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu i przetwarza do 50 ton surowca każdego dnia. W sumie podczas podróży łowionych jest do 1000 ton ryb.

Niektóre etapy procesu wymagają zastosowania przenośników ślimakowych, suszarek i pomp. Są one napędzane przez przekładnie walcowe płaskie i walcowo-stożkowe firmy NORD DRIVESYSTEMS. Einar Már Adalsteinson z Hedinn wyjaśnia powód wyboru specjalisty od napędów z Bargtheide:

– W ciągu długich tygodni na morzu ważne jest posiadanie sprawnego systemu na pokładzie. Należy unikać przerw w produkcji. Jeśli jednak wystąpi problem, części zamienne muszą być szybko dostępne i musi być zapewniona globalna obsługa klienta. NORD DRIVESYSTEMS jest obecny na całym świecie – dlatego jest zawsze blisko statku, gdziekolwiek się znajduje. Specjalna całodobowa sieć serwisowa zapewnia, że nawet całkowicie zmontowany zamienny motoreduktor będzie dostępny w bardzo krótkim czasie.

NORD DRIVESYSTEMS jest jednym z wiodących na rynku dostawców kompletnych technologii napędów

elektrycznych, mechanicznych i elektronicznych. Grupa NORD posiada filie w 36 krajach oraz partnerów handlowych w 61 krajach. Ta ściśle powiązana globalna sieć sprzedaży i serwisu zapewnia optymalną dostępność, krótkie terminy dostaw i usługi zorientowane na klienta. NORD DRIVESYSTEMS dostarcza optymalnie dopasowany układ napędowy składający się z przekładni, silnika i przetwornicy częstotliwości. Rozwiązania napędowe są silne, niezawodne, solidne i kompaktowe. Charakteryzują się również wysoką wydajnością, doskonałą niezawodnością operacyjną i długą żywotnością. Prosta obsługa, instalacja i konserwacja czyni je również bardzo przyjaznymi dla użytkownika. Dzięki tym cechom, jednostki napędowe NORD są idealne do stosowania na morzu. Dla Hedinn bardzo ważne były efektywność energetyczna i higiena. Cała konstrukcja przetworni Hedinn została zaprojektowana z myślą o najwyższej wydajności i niskim zużyciu energii. Na przykład gorące powietrze suszące jest poddawane recyklingowi i ponownie wykorzystywane. Nie inaczej jest w przypadku jednostek napędowych. Dzięki swojej wysokiej wydajności, reduktory walcowe płaskie i walcowo-stożkowe firmy NORD znacznie zmniejszają zużycie energii, a tym samym koszty operacyjne.

Linia produkcji mączki rybnej musi być regularnie czyszczona. W tym celu w pomieszczeniu rozpyła się drobną mgiełką wodną. Oczywiście zwiększa to wilgotność do bardzo wysokich wartości – co nie jest zbyt sprzyjające dla jednostek

napędowych. Stopień ochrony IP66, otwory kondensacyjne, specjalne powłoki, wały ze stali nierdzewnej, konstrukcja łatwo zmywalna i gładkie silniki to tylko niektóre z opcji, które zwiększają żywotność przekładni i ułatwiają proces czyszczenia. W połączeniu z olejem kompatybilnym z żywnością i specjalną obróbką powierzchni zgodną z FDA, proces przetwórstwa ryb może spełnić surowe wymagania dotyczące przetwórstwa spożywczego.

Przed wyruszeniem w morze firma Hedinn zdobyła doświadczenie na lądzie dzięki rozwiązaniom napędowym NORD DRIVESYSTEMS.

– Były tak sprawne, że zdecydowaliśmy się również zastosować technologię napędową NORD w naszych projektach offshore – mówi Adalsteinsson. W międzyczasie motoreduktory NORD z powodzeniem wykazały swoją zdolność do pracy na morzu. Na lądzie czy na morzu – napędy NORD doskonale współpracują z Hedinn Protein Plant. HPP z powodzeniem działa na lądzie od wielu lat. Po raz pierwszy wypłynął w morze na trawlerze Sólberg w lipcu 2017 r. Obecnie drugi statek ma HPP na pokładzie, a kolejne statki są w budowie lub planowane. Dzięki wysokiej niezawodności operacyjnej, niezawodności, dostępności i wydajności energetycznej motoreduktory NORD DRIVESYSTEMS są również na pokładzie. ■

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

reklama

ANUGA  
FOOD  
TEC  
Hala 7.1  
Stoisko A030



## DWA W JEDNYM

PRZEKŁADNIA ZINTEGROWANA Z SILNIKIEM:

NOWY MOTREDUKTOR **DuoDrive.**

- ▶ Niezwykle wysoka wydajność systemu
- ▶ Kompaktowa, łatwozmywalna konstrukcja
- ▶ Redukcja nakładów na konserwację
- ▶ Rozwiązanie systemowe i proste uruchomienie dzięki plug & play



PRZEKŁADNIA + SILNIK + FALOWNIK = KOMPLETNY SYSTEM NAPĘDOWY

NORD Napędy | +48 12 288 99 00 | [biuro@nord.com](mailto:biuro@nord.com) | [www.nord.com](http://www.nord.com)

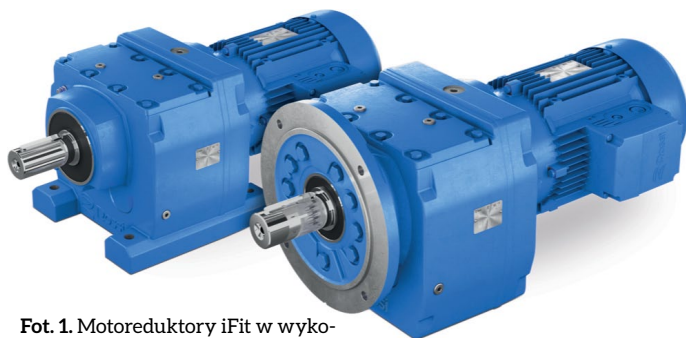
# Napędy iFit – mocna alternatywa!

Firma ROSSI, należąca do szwajcarskiej grupy kapitałowej HABASIT AG, już od prawie 70 lat dostarcza kompleksowe rozwiązania napędowe dla najbardziej wymagających zastosowań przemysłowych. Oferta obejmuje bardzo szeroki asortyment przekładni, silników i motoreduktorów, zawarty w kilkunastu katalogach produktowych.

Na bazie sygnałów otrzymywanych od Klientów, Rossi zdecydowało się na poszerzenie asortymentu o jeszcze jeden katalog motoreduktorów o nazwie iFit. Jest to doskonała alternatywa dla produktów głównych konkurentów, odpowiadająca na zapotrzebowanie płynące z rynku.

Napędy iFit to innowacyjne i w pełni zamiennie napędy walcowe współosiowe, zaprojektowane z myślą o świecie w ruchu oraz dostępne wraz z inteligentnymi przemiennikami częstotliwości dla systemów IoT.

Stąd też i nazwa katalogu, gdzie „i” oznacza *Innovative*, *Interchangeable* (produkt innowacyjny, zamienny), a słowo „Fit” może być odczytane zarówno jako „pasujący do czegoś technicznie/mechanicznie”, ale również „dopasowany do potrzeb, spełniający oczekiwania”.



Fot. 1. Motoreduktory iFit w wykonaniu łapowym oraz kołnierzowym

Inżynierowie Rossi zmierzali się z niemałym wyzwaniem: celem było stworzenie produktu dopasowanego do najczęściej spotykanego standardu montażowego (stosowanego już przez kilka firm, w tym przez najbardziej popularne marki napędowe na rynku polskim), a jednocześnie udoskonalonego i dającego dodatkową wartość użytkownikom.

W przypadku iFit zdecydowano się na zastosowanie korpusów żeliwnych w całym zakresie wielkości mechanicznych, w odróżnieniu od konkurencji, u której zazwyczaj dla mniejszych napędów stosowane są słabsze i gorzej tłumiące drgania korpusy aluminiowe. Żeliwo ma nie tylko większą odporność na udary i dużo lepszą wytrzymałość na żrące środki czyszczące (stosowane w niektórych przemysłach), ale przede wszystkim ma ono podobną rozszerzalność cieplną jak stal, stosowana

w łożyskach i kołach zębatych. Dzięki temu wszystkie elementy przeniesienia napędu są doskonale dopasowane do pełnego zakresu temperatur pracy przekładni, co podnosi parametry i żywotność napędu.

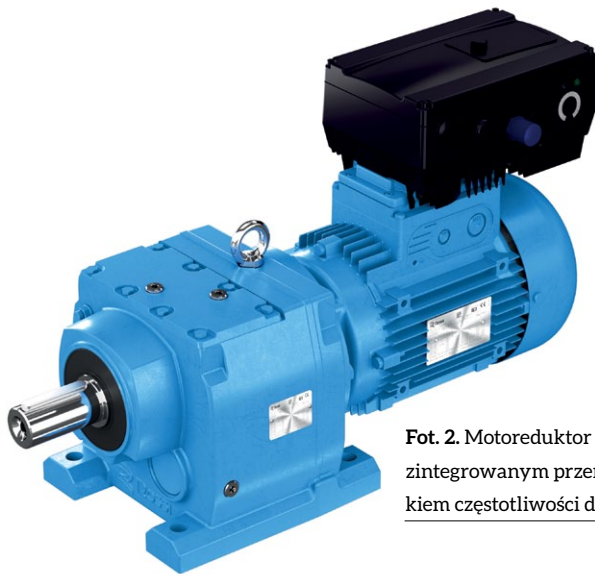
Bardzo ważnym punktem są też szersze niż u konkurencji koła zębate zastosowane na ostatnim, najbardziej obciążonym stopniu przekładni, co w połączeniu z precyzyjną obróbką i wieloetapowym uszlachetnieniem zębów, daje znacząco wyższe momenty obrotowe, przenoszone przez napęd.

Ewidentną korzyścią w długofalowym użytkowaniu napędu jest też sposób osadzenia zębniaka wejściowego. U głównych konkurentów jest on zazwyczaj wciśnięty w wałek silnika (końcówka wałka w formie tulei), co bardzo utrudnia lub wręcz uniemożliwia jego wymianę. Często konieczna jest wymiana razem z silnikiem, co skokowo podnosi koszty serwisu. W przypadku rozwiązania Rossi, zębniak jest osadzany na standardowym wałku, z użyciem zestawu montażowego. Dzięki temu ewentualna wymiana tego elementu w przyszłości nie będzie stanowiła żadnego problemu technicznego.

## Główne cechy i zalety iFit:

- Produkt w pełni wymienny – wymiarowanie wałów, kołnierzy, łap itd. w 100% zbieżne z najczęściej stosowanymi standardami montażowymi i technicznymi; dopasowane zostały również przełożenia/obroty wyjściowe → rozwiązanie *Plug & Play* bez kosztów przeprojektowania;
- Wyższy moment obrotowy → do 12% wyższy moment wyjściowy, w porównaniu do głównego konkurenta;
- Klasa dokładności uzębienia 6 lub wyżej, wg normy DIN/ISO → energooszczędność/wyższa sprawność, niski poziom hałasu, zmniejszony luz;
- Szeroki zakres wielkości mechanicznych, solidne korpusy żeliwne → wysoka wydajność i niezawodność: bardzo wysoka sztywność, z doskonałym osiowaniem kół zębatych i przeniesieniem napędu, obniżone wibracje i niski poziom hałasu;
- Produkcja w Europie → najwyższa jakość, pełna wiarygodność i powtarzalność wyrobów;
- Wysokiej jakości uszczelniania oraz odpowietrzniki ciśnieniowe → podwyższona żywotność, wyższa czystość oleju;
- Optymalny kształt korpusu → ułatwione utrzymanie czystości, możliwość mycia napędu.





Fot. 2. Motoreduktor iFit ze zintegrowanym przemiennikiem częstotliwości dDrive

Dodatkowo, motoreduktory iFit mogą być dostarczane ze zintegrowanymi przemiennikami częstotliwości **dDrive**. Jest to rozwiązanie najczęściej stosowane w zdecentralizowanych układach napędowych (np. systemy transportu bliskiego). Przemienniki dDrive zostały opracowane do pracy w ciężkich warunkach, mają modułową budowę i doskonale nadają się do zastosowań przemysłowych. Cechuje je m.in. wysoki stopień

ochrony IP65, bardzo szerokie spektrum temperatur otoczenia od  $-40$  do  $+50^{\circ}\text{C}$ , podwyższona odporność na wibracje, rekordowa przeciążalność – nawet do 200%.

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

Więcej informacji znajdą Państwo na stronach:

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

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



Rossi Polska Sp. z o.o.

e-mail: [info.poland@rossi.com](mailto:info.poland@rossi.com)

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

reklama

**NEW**



**iFit**: nowa linia motoreduktorów dla każdej gałęzi przemysłu. Doskonałe parametry i łatwość dopasowania. Produkty Rossi: jakość, trwałość, niezawodność.

Odkryj więcej na:  
[www.ifitgearmotors.com](http://www.ifitgearmotors.com)



# Elastyczna automatyzacja z czujnikami wizyjnymi

Megatrend w logistyce magazynowej: rośnie przepustowość, a także liczba i złożoność zadań. Technologia automatyzacji wymaga elastycznych, przyszłościowych rozwiązań – zwłaszcza w przypadku standardowych wymagań, takich jak identyfikacja i czytanie kodów. Czujniki z Pepperl+Fuchs serii VOS oparte na kamerach mogą zrobić obie te rzeczy.

## Wysoki stopień złożoności prostych zadań

Kody kreskowe są używane ponad 50 lat, a Data Matrix wprowadzono ponad 30 lat temu. Charakterystyczne paski i kwadraciki są dziś wszędzie, a każdy smartfon potrafi odszyfrować ich wiadomości. Odczytywanie kodów 1-D i 2-D od dawna należy do codziennych zadań w logistyce magazynowej. W tym celu dostępne są niezliczone typy skanerów.

Jednak to proste zadanie może szybko stać się bardzo złożonym wymaganiem, gdy w grę wchodzi wysokoprzepustowe, zautomatyzowane procesy i zmienne obiekty docelowe. Proste skanery osiągną swoje granice, gdy kody nie są dokładnie wyrównane podczas przechodzenia przez zakres odczytu. Wysoka prędkość, nieregularne kontrasty kolorów, błyszczące powierzchnie lub różne symbole kodu przytłaczają te urządzenia.

To samo dotyczy identyfikacji opartej na kształtach i konturach, które często występują w aplikacjach typu *pick-and-place*. Podobne obiekty docelowe, które są prawie zawsze dokładnie ustawione na taśmie przenośnika, można wykryć za pomocą stosunkowo prostych czujników. Ale im większa zmienność, tym bardziej czujnik musi być w stanie to rozróżnić. Lecz pamiętaj, nie musisz strzelać z armaty do wróbla. Złożone systemy wizyjne, które z łatwością radzą sobie z takimi zadaniami, są zwykle zbyt

drogie i skomplikowane dla tradycyjnych aplikacji logistyki magazynowej.

## Od prostego czujnika do systemu wizyjnego

Oparte na kamerach czujniki wizyjne 2D z serii wypełniają lukę między prostymi czujnikami wizyjnymi a złożonymi systemami wizyjnymi. Urządzenia mogą wykonywać wiele zadań automatyki, w tym praktycznie wszystkie rodzaje identyfikacji i odczytywania kodów.

Rodzina produktów opiera się na trzech urządzeniach z licznymi opcjami wyposażenia (VOS1000, VOS2000, VOS5000).

Jeśli chodzi o odczyt kodów, czujniki VOS znacznie przewyższają konwencjonalne skanery. Opakują różne symboliki oraz wykrywają i odczytują kody 1-D i 2-D niezależnie od tego, gdzie się znajdują na produkcie. Mogą również odczytywać kilka kodów jednocześnie, oceniając ich jakość.

## Modułowe portfolio

Precyzyjne obiektywy przemysłowe z montażem C-mount i różnymi ogniskowymi zapewniają optymalną ostrość obrazu, a niskie zniekształcenia zapewniają największe możliwe pole widzenia. Można je dobrać tak, aby odpowiadały odległości pomiaru, rozmiarowi mierzonego obiektu i kryterium testu. Ostrość i przysłona są regulowane ręcznie.



Dostępne są również urządzenia ze zintegrowanym oświetleniem pierścieniowym oraz modele z oświetleniem zewnętrznym. Możesz wybrać odpowiednie akcesoria do oświetlenia boczego lub tylnego oraz oświetlenia pola jasnego i ciemnego. Dzięki różnym kątom otwarcia nawet bardzo szerokie i bardzo kompaktowe pola widzenia mogą być optymalnie oświetlone.

Zintegrowany kontroler błysku zapewnia maksymalną moc światła i wykrywanie światła obcego, nawet przy dużych odległościach pomiarowych. Bardzo krótkie czasy błysku oznaczają, że obiekty i kody są wykrywane nawet podczas szybkiego ruchu. Opcjonalne filtry polaryzacyjne i dyfuzyjne gwarantują niezawodne wykrywanie na błyszczących i przezroczystych powierzchniach.

## Zintegrowane narzędzia softwarowe

Seria VOS jest nielicencjonowanym zestawem narzędzi programowych, który zawiera gotowe narzędzia do typowych zastosowań. Umożliwiają graficzną parametryzację urządzenia za pomocą obrazu referencyjnego. Narzędzia z różnych obszarów można wybierać i łączyć w zadanie pomiarowe. Na przykład połączenie odczytu kodu z zadaniem identyfikacji formularza.

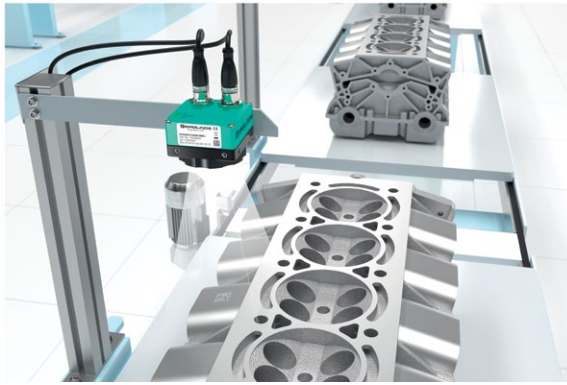
Interfejsy, wyjścia przełączające, format danych i wyjście można dostosować





do konkretnych zastosowań. Można tworzyć łąca logiczne. Przechowywane zadania można przypisać do nowo zainstalowanego czujnika w zaledwie kilku krokach. Użytkownik może dynamicznie przełączać się między różnymi zadaniami. Intuicyjny interfejs użytkownika umożliwia szybką i łatwą wymianę czujnika, uruchomienie i zarządzanie zadaniami.

Czujnik VOS może przejąć podstawową funkcję dla innych urządzeń w obwodzie wtórnym. W ten sposób można zapewnić, że tylko jeden ważny sygnał kodu jest przekazywany podczas wykrywania kodu po wielu stronach obiektu docelowego. Dostępne są kompleksowe opcje diagnostyki i optymalizacji. Interfejs może być używany do monitorowania procesów na żywo i przeglądania danych historycznych.



Monitor aplikacji wyświetla zarówno obraz sytuacji, jak i wynik pomiaru.

#### Przykład aplikacji: pick-and-place

W przypadku korzystania z robotów do sortowania i pakowania produktów, potrzebne są dokładne dane, aby określić położenie obiektu docelowego, który zwykle znajduje się w torbie do pakowania. Oprogramowanie stosowane w serii VOS zawiera narzędzie wizyjne przeznaczone do określania dokładnych danych

o pozycji i przesyłania tych danych do robota. Funkcja dynamicznego uczenia się i odwoływanie się do punktu zerowego są dostępne dla nowych kształtów obiektów. W tym samym procesie można wykrywać i przypisywać różne obiekty. Elastyczne formatowanie danych wyjściowych umożliwia proste podłączenie do odpowiedniego systemu sterowania robota.

#### Przykład aplikacji: odczyt kodów

Wybór soczewek i oświetlenia oznacza, że można pokryć duże pola pomiarowe i niezawodnie wykryć istniejące kody, niezależnie od tego, gdzie są umieszczone w polu pomiarowym i w jakiej orientacji. Odpowiednie filtry kompensują błyszczące i odbijające światło powierzchniowe. Podczas wyszukiwania kodu na wielu stronach obiektu, jeden czujnik może przejąć funkcję główną, podczas gdy pozostałe są przypisane do obwodu wtórnego. System sterowania odbiera tylko prawidłowe dane z kamery. ■

reklama

**Multifunkcyjny.  
Modułowy.**

VOS – uniwersalny  
czujnik wizyjny 2-D



Po więcej informacji, wejdź na:  
[pepperl-fuchs.com/pr-vos](http://pepperl-fuchs.com/pr-vos)



Identyfikuje, pozycjonuje  
i mierzy – wszystko  
z rozdzielczością 5 Mpix  
w jednym czasie.





13–15 września 2022

## 35. Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie ENERGETAB®2022

**E**NERGETAB to największe w Polsce targi nowoczesnych urządzeń, aparatury i technologii dla przemysłu energetycznego – zarówno konwencjonalnego, jak i związanego z odnawialnymi źródłami energii. Zakres tematyczny targów jest bardzo szeroki, gdyż obejmuje kompleks zagadnień związanych z energetyką zawodową i przemysłową, w tym systemy automatyki i sterowania, pomiarów wielkości elektrycznych i nieelektrycznych, budowę i osprzęt sieci przesyłowych i dystrybucyjnych, oświetlenie przemysłowe i drogowe, zastosowanie informatyki i telekomunikacji w energetyce, czy prezentacje innowacyjnych technologii sieciowych.



Wraz z rosnącym zainteresowaniem odnawialnymi źródłami energii i technologiami bardziej przyjaznymi dla środowiska, znaczącą część targów zajmują właśnie urządzenia i aparatura związana z tą szybko rozwijającą się branżą – swoje najnowsze rozwiązania prezentują tutaj producenci paneli fotowoltaicznych, turbin wiatrowych, pomp ciepłych i magazynów energii, a także dostawcy falowników i układów automatyki związanych z tymi technologiami.

Targom towarzyszyć będą konferencje, których tematyka dotyczyć będzie aktualnych problemów związanych z transformacją energetyczną i zwrotowi „ku zielonej energii”, w tym druga część konferencji pt. „Fotowoltaika dziś i jutro”, której pierwsze dwa dni obrad planowane są w dniach 25 i 26 maja br.

Natomiast podczas targów ENERGETAB odbędą się pokazy tych urządzeń i technologii w specjalnej „Strefie OZE”.

Druga strefa ciesząca się dużym zainteresowaniem zwiedzających, to „Strefa Elektromobilności”, w której prezentowane są rozmaite punkty ładowania, jak i „elektryki” – niektóre z nich będą do dyspozycji zwiedzających na zlokalizowanym obok torze do próbnych jazd. Natomiast praktyczne pokazy innowacyjnych technologii sieciowych, jak na przykład prace pod napięciem, mechanizacja robót sieciowych itp., odbywać się będą na poligonie sieciowym Ośrodka Szkoleniowego ZIAD. Nadto szczególnie wyróżniające się produkty zgłoszone przez wystawców do konkursu targowego mogą liczyć na bardzo prestiżowe wyróżnienia.

Targi ENERGETAB zatem to doskonała okazja do poszerzenia wiedzy, a także forum wymiany praktycznych spostrzeżeń i rozmów o aktualnych kierunkach rozwoju branży, wdrażanych innowacjach oraz możliwość nawiązania bezpośrednich kontaktów biznesowych między wystawcami a projektantami, dostawcami usług i czołowymi przedstawicielami przedsiębiorstw energetycznych – zarówno z Polski, jak i z zagranicy.

Teren targów znajduje się w uroklivie położonym obszarze rekreacyjnym u stóp Dębowca i Szyndzielni, należącym do firmy ZIAD Bielsko-Biała SA i obejmuje ponad 35 tys. m<sup>2</sup> powierzchni ekspozycyjnej, zarówno w hali wielofunkcyjnej, jak i w pawilonach namiotowych oraz na terenach otwartych, na których wystawcy mają możliwość ekspozycji wielkogabarytowych i ciężkich ekspozatów. ■

Po więcej informacji zapraszamy na stronę <http://energetab.pl/>

## Konferencja Fotowoltaika

**W**imieniu Oddziału Bielsko-Bialskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich, które nieprzerwanie od ponad 60 lat wspiera rozwój polskiej energetyki i przemysłu elektrotechnicznego oraz firmy ZIAD Bielsko-Biała SA, organizatora największych w Polsce międzynarodowych targów energetycznych ENERGETAB, zapraszamy Państwa do udziału w II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej pn. FOTOWOLTAIKA – DZIŚ I JUTRO.

Pierwsza część konferencji odbędzie się w dniach 25–26 maja 2022 r. w wersji online, a na drugą zapraszamy w dniu 14 września 2022 r. – już stacjonarnie – podczas targów ENERGETAB 2022 w specjalnie przygotowanej strefie OZE, która umożliwi udział w praktycznych pokazach rozwiązań PV.

### ENERGETYKA to nasza wspólna sprawa!

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom rynku, łączymy to co najlepsze – fachową wiedzę członków SEP oraz doświadczenie w integracji branżowej firmy ZIAD Bielsko-Biała, dając możliwość dostępu do ugruntowanej wiedzy w przekazie online oraz możliwość nabycia umiejętności praktycznych poprzez udział w pokazach produktowych na Targach ENERGETAB 2022, jak i udział w dedykowanych szkoleniach.

Transmisja konferencji FOTOWOLTAIKA – dziś i jutro będzie realizowana z Ośrodka Doskonalenia Zawodowego firmy ZIAD Bielsko-Biała SA. Jej hybrydowa formuła umożliwi dostęp szerokiemu gronu odbiorców ze środowisk zarówno instytucji państwowych, samorządowych, firm, jak i prywatnych podmiotów tworzących rynek fotowoltaiczny.

## Program konferencji

25 maja 2022 r., Dzień 1, godz. 9:00–14:30, **ONLINE**

- **Prawo i zasady rozliczania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych** (Uproszczenia formalno-prawne w procesie budowy farm fotowoltaicznych • Zmiana systemu rozliczeń prosumentów • Ramy prawne spółdzielni i klastrów energii • Wymagania prawne w zakresie umów prosumentów i wytwórców energii OZE • Sprzedaż energii elektrycznej OZE poprzez sieć dystrybucyjną: aukcje, giełda, zielone certyfikaty).
- **Parametry jakościowe – wytyczne unijne i krajowe** (Kodeks sieciowy w oparciu o rozporządzenie Rady Europy • Wytyczne NC RfG • Krajowe standardy jakościowe).
- **Praca on-grid** (Fabryczne nastawy inwerterów, a realia sieci OSD • Sterowanie mocą czynną i bierną – prawidłowość nastaw • Omówienie stanów granicznych • Reklamacje dotyczące niedotrzymania warunków umowy wytwórcy – odbiorcy).
- **Wpływ pracujących systemów PV na jakość napięcia w sieci elektroenergetycznej** (Podstawy teoretyczne regulacji napięcia w dystrybucyjnej sieci nN z pracującymi układami PV • Rozwiązania produktowe do nadążnej regulacji napięcia w sieci nN • Przedstawienie doświadczeń z zabudowanych „regulatorów” napięcia w sieci nN na podstawie doświadczeń operatora OSD).

26 maja 2022 r., Dzień 2, godz. 9:00–13:00, **ONLINE**

- **Praca off-grid** (Dobór sprzętu gwarantującego pracę „wyspową” • Praca off-grid alternatywą zasilania w przypadku zaniku napięcia – podtrzymanie pracy przy wysokich parametrach jakościowych energii elektrycznej • Ryzyko i zagrożenia wynikające z braku wiedzy i doświadczenia w eksploatacji układów „wyspowych” • Warunki pracy wydzielonych sieci elektroenergetycznych).
- **Doświadczenia z eksploatacji instalacji dużej mocy** (MW PV – od koncepcji po uzyskane efekty z przeprowadzonej inwestycji • Projekt „Słoneczna Żywiecczyzna” – efektywność energetyczna wirtualnej elektrowni fotowoltaicznej w układzie rozproszonym).
- **Magazyny energii** (Rola magazynów energii w rozwoju rynku OZE • Aspekty ekonomiczne magazynowania energii • Poprawa parametrów jakościowych dzięki zastosowaniu magazynów energii • Rola magazynów energii w bilansowaniu systemu energetycznego kraju).

14 września 2022 r., Centrum Konferencyjne ZIAD Bielsko-Biała SA w Hotelu Dębowiec

- **Podsumowanie konferencji, panel dyskusyjny, ekspozycje produktowe, udział w praktycznych pokazach PV.** ■

Więcej na <https://www.konferencjebranzowe.pl/program/>

reklama

# MIĘDZYNARODOWE ENERGETYCZNE TARGI BIELSKIE ENERGETAB®

35

13-15.09.2022

 **Targi**  
z rekomendacją  
Polskiej Izby Przemysłu Targowego

Wywiad z Marcinem Krupą Prezydentem Miasta Katowice

## **Współpraca Prezydenta Katowic ze środowiskiem naukowym i studentami. Konkurs dla studentów: Innowacje w Przemysle EXPO KATOWICE 2022**

---

Ryszard Klencz

**Ryszard Klencz:** – Patrząc z perspektywy swojego doświadczenia jako studenta, obecnie nauczyciela akademickiego, samorządowca i Prezydenta Miasta Katowic jakie przesłanie chciałby pan skierować do studentów biorących udział w pracy zespołowej nad podjętym projektem?

**Marcin Krupa:** – Przede wszystkim chciałbym, żeby studenci pamiętali, że współpraca często pozwala uzyskać lepsze efekty niż praca w pojedynkę. Wypracowanie wspólnej płaszczyzny wymiany zdań pozwala na rozwiązywanie wielu problemów i bardziej kreatywne podejście do zadania. Nie od dziś wiadomo, że co dwie głowy to nie jedna. Dopóki istnieje szacunek do odrębnej opinii, spieramy się na argumenty i potrafimy słuchać drugiej strony, to proces przebiega właściwie i są większe szanse na to, że jego efekty będą zadowalające. Jako samorządowiec i prezydent Katowic szczególnie dostrzegam to jak ważna jest współpraca. Bez niej równomierny rozwój stolicy województwa śląskiego nie byłby możliwy. Jako kandydat na prezydenta Katowic każdorazowo zawierałem umowę z mieszkańcami Katowic, którą skrupulatnie realizuję i jednocześnie relacjonuję postępy z tej realizacji. Mieszkańcy oceniają tę realizację, mnie jako Marcina Krupę, ale to też praca zespołowa urzędników i naszych współpracowników z jednostek miejskich oraz firm realizujących inwestycje.

**R.K.:** – Konkurs jest wyrazem wsparcia jakiego udziela miasto Katowice studentom. Jakie przełożenie może to mieć na zaangażowanie tych młodych ludzi i środowiska naukowego w problemy lokalne, czy uruchomienie inwestycji publicznych?

**M.K.:** – W Katowicach staramy się wspierać młodych przedsiębiorców i wynalazców. Organizujemy pierwszy w Polsce konkurs start-upowy, w ramach którego jako samorząd wspieramy młode, innowacyjne firmy i tworzymy dla nich dogodne warunki rozwoju. Konkurs przewiduje konkurencyjną w skali kraju pulę nagród, sięgającą kilkuset tysięcy złotych. W ramach nagrody początkujący przedsiębiorcy mają także zagwarantowane dwuletnie pakiety najmu biura w Miejskim Inkubatorze



Przedsiębiorczości Rawa.Ink i mogą korzystać na co dzień z sieci kontaktów Rawa.Ink i partnerów inkubatora, a ta jest naprawdę rozległa. Jeden z laureatów konkursu – Telemedyczne Healthy już negocjuje coraz poważniejsze kontrakty z przychodniami w całym kraju, a ubiegłoroczny laureat Maskup jest obecny na międzynarodowych targach, m.in. w Dubaju, co pokazuje, że inwestycje w tego typu projekty mają sens i zmieniają otaczającą nas rzeczywistość. Także głos środowiska naukowego jest dla nas niezmiernie istotny. Niejednokrotnie



przy planowaniu rozwiązań korzystamy z opinii ekspertów i specjalistów. Mowa nie tylko o rozwiązaniach urbanistycznych, ale także technologicznych. Efekty współpracy miasta ze środowiskiem naukowym i młodymi ludźmi są widoczne. Ciężko sobie wyobrazić właściwy rozwój miasta bez ich zaangażowania.

**R.K.:** – Katowice otrzymały zaszczytny tytuł Europejskiego Miasta Nauki 2024, czy jest to jednocześnie zaproszeniem do udziału w projektach technologicznych i przemysłowych, które będą opracowywane w Katowicach i jaki może mieć to wymiar?

**M.K.:** – Zdobycie przez miasto tytułu Europejskiego Miasta Nauki otwiera przed Katowicami, a tym samym przed całym środowiskiem akademickim, ogromne możliwości. Wśród korzyści wynikających z otrzymania tytułu wymienia się m.in.: większe zainteresowanie ze strony naukowców, polityków i przedstawicieli mediów z całego świata; możliwość pozyskania środków na rozwój nauki; zwiększenie atrakcyjności turystycznej miasta na arenie międzynarodowej; zwiększenie wpływu uczelni na różne sfery życia oraz rozpoznawalności na światowym rynku. Wyróżnienie wiąże się z organizacją EuroScience Open Forum 2024, które odbywa się co dwa lata i jest poświęcone badaniom naukowym i innowacjom. Będzie

to jedno z najbardziej prestiżowych wydarzeń o charakterze naukowym i technologicznym na świecie. Liczę, że dzięki temu projekty technologiczne i przemysłowe ze Śląska także będą się rozwijać i zostaną dostrzeżone na arenie międzynarodowej. Także rzeczywiście warto przyznanie tytułu Europejskiego Miasta Nauki Katowicom potraktować jako zaproszenie do udziału we wspomnianych projektach, gdyż przed autorami stoi niebagatelna szansa na zaprezentowanie ich na arenie międzynarodowej.

**R.K.:** – Dziękuję za rozmowę. ■



reklama

**6-9 WRZEŚNIA 2022**

MIĘDZYNARODOWE CENTRUM KONGRESOWE W KATOWICACH

# MIĘDZYNARODOWE TARGI EXPO KATOWICE

TARGI GÓRNICCTWA, 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

# Konkurs dla studentów: Innowacje w Przemśle EXPO KATOWICE



Największe firmy zaplecza górniczego spotkają się ponownie w Katowicach. W dniach od 6 do 9 września 2022 r. odbędą się, długo oczekiwane, tradycyjne targi branży wydobywczej. Piszę tradycyjne, ale tegoroczna edycja będzie inna od dotychczasowych. Za sprawą zmian strukturalnych zachodzących w kopalnictwie oraz polityki dekarbonizacji 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 Górniczego i Hutniczego z ofertą maszyn i urządzeń dla branży wydobywczej. Targi EcoDom zaprezentują maszyny, urządzenia i technologie dedykowane wykorzystaniu energii słonecznej, wiatrowej, wodnej, geotermalnej oraz biomasy. 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.

Wartością dodaną, w bogatej ofercie imprez towarzyszących, będzie konkurs „Innowacje w Przemśle EXPO KATOWICE”, przygotowany przez EXPO Katowice SA – organizatora targów oraz miesięcznik naukowo-techniczny „Napędy i Sterowanie”. Celem konkursu – jak zaakcentowano w regulaminie – „jest promocja i popularyzacja utalentowanych studentów uczelni wyższych w dziedzinie przemysłu, w tym robotyki i automatyki, górnictwa, geologii, mechaniki, elektryki i elektroniki, IT, konstrukcji maszyn i urządzeń, a także promocja i wkład w rozwój polskiej i światowej gospodarki przemysłowej, zgodnej z ekologicznymi trendami na świecie”.

W konkursie mogą uczestniczyć zarówno indywidualni studenci, jak i koła naukowe lub zespoły. Udział w konkursie jest bezpłatny. Ponadto uczelnia, której student, grupa studentów lub koło naukowe zostali laureatami konkursu, zostanie uhonorowana dyplomem. Z uwagi na atrakcyjne nagrody, organizatorzy skierowali zaproszenia bezpośrednio do dziekanów wydziałów największych polskich uczelni, licząc na popularyzację konkursu wśród młodzieży akademickiej.

Honorowy Patronat nad konkursem objęło Ministerstwo 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 Górniczą 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.

Przedstawiciel współorganizatora konkursu – prezes Zarządu EXPO Katowice SA. Iwona Gramatyka – jest przekonana, że konkurs jest dobrą inwestycją w przyszłość, a nagrodzone innowacje znajdują praktyczne zastosowanie w maszynach i urzą-

dzeniach, jakie będą prezentowane na kolejnych edycjach targowych. Konkurs jest także symbolicznym wyrazem wsparcia, jakie miasto Katowice, współgospodarz ekspozycji, udziela najbardziej uzdolnionym studentom.

Szczegółowe informacje na temat warunków uczestnictwa w konkursie publikujemy na stronach:



[www.expo-katowice.com/konkursy/](http://www.expo-katowice.com/konkursy/)



[nis.com.pl/konkursy.html](http://nis.com.pl/konkursy.html)

Honorowy Patronat nad konkursem dla studentów „Innowacje w Przemśle EXPO KATOWICE” objęło Ministerstwo Rozwoju i Technologii oraz Prezydent Miasta Katowice.



Ministerstwo  
Rozwoju i Technologii



Patronat Honorowy  
Prezydenta Miasta Katowice

## Nowoczesne linie ważąco-pakujące


Linie ważąco-pakujące przeznaczone do pakowania produktów sypkich w worki otwarte w zakresie 10–50 kg stanowią jedne z podstawowych maszyn produkowanych przez P.W.DREWMAX.

Nieustannie od 29 lat stawiamy przed sobą nowe wyzwania oraz udoskonalamy nasze produkty, aby sprostać nawet najbardziej wymagającym oczekiwaniom naszych klientów. Opracowane przez nas rozwiązania pozwalają nam na zaprojektowanie i wyprodukowanie maszyn do różnych branż m.in.: paszowej, spożywczej, chemicznej, budowlanej, przetwórczej. W naszej ofercie znajduje się ponad kilkanaście różnych modeli linii ważąco-pakujących, przeznaczonych do pakowania produktów sypkich nie tylko w worki otwarte (papierowe, polietylenowe, polipropylenowe), lecz również w worki wytwarzane bezpośrednio na maszynie z rękawa foliowego lub folii płaskiej.

Produkowane przez nas linie ważąco-pakujące projektowane są zgodnie z indywidualnymi wymaganiami klientów i uwzględniają konkretne założenia technologiczne tj. ilość dostępnego miejsca, oczekiwana wydajność, właściwości pakowanego produktu, rodzaj opakowań, sposób zamknięcia worka. W celu pełnej automatyzacji procesu produkcji nasi klienci najczęściej decydują się na połączenie linii ważąco-pakującej z automatycznym paletyzatorem i owijkarką lub kapturownicą, które również znajdują się w ofercie naszej firmy.

Klienci, którzy nam zaufali, mogą liczyć na profesjonalne wsparcie naszego serwisu 24 godziny na dobę, zapewniającego nie tylko mechaniczną naprawę urządzeń, ale przede wszystkim zdalne wsparcie naszych automatyków, zapewniających natychmiastową diagnozę oraz rozwiązanie problemu, co wpływa na ciągłość pracy linii produkcyjnych i maksymalne skrócenie przestoju.

Zachęcamy do zapoznania się ze wszystkimi produktami oferowanymi przez firmę P.W.DREWMAX. Katalog ponad 100 naszych maszyn znajduje się na stronie [www.drewmax.net.pl](http://www.drewmax.net.pl).

 Marta Godula

reklama



Katalog naszych produktów to m.in.:

- Paletyzacja
- Linie ważąco-pakujące
- Automatyka przemysłowa
- Automatematyczne kapturownice
- Kompletnie linie technologiczne

Przedsiębiorstwo Wielobranżowe  
DREWMAX  
T. Sasiadek i Wspólnicy Sp. Jawna  
ul. Strzelecka 5  
47-230 Kędzierzyn-Koźle  
 +48 77 481 01 22  
[www.drewmax.net.pl](http://www.drewmax.net.pl)



## Trudne czasy potrzebują stabilnych rozwiązań

Innowacje w przemyśle 4.0, aktualne trendy w logistyce i spotkania kooperacyjne – taki bogaty „pakiet” otrzyma każdy uczestnik ITM INDUSTRY EUROPE i odbywających się w tym samym czasie targów: Modernlog, Subcontracting i Focast. Zróżnicowana ekspozycja, którą tworzą kluczowe firmy branżowe oraz bogaty program wydarzeń odpowiadający aktualnym wyzwaniom rynku, co roku przyciągają jak magnes. Świat przemysłu czeka na targi w Poznaniu, które potrwać od 31 maja do 3 czerwca.

Targi ITM INDUSTRY EUROPE od lat postrzegane są jako najważniejsze wydarzenie dla branży przemysłowej w tej części Europy. To tutaj można śledzić nowoczesne rozwiązania w przedsiębiorstwach produkcyjnych oraz dowiedzieć się jak podnosić konkurencyjność.

Kontakt z liderami rynku stanowi inspirację dla wielu pozostałych „graczy”, którzy dopiero odkrywają swój potencjał.

– Od kilku lat obserwujemy trend automatyzacji w przedsiębiorstwach produkcyjnych oraz rozwój robotyzacji. Pracujące maszyny i roboty w akcji to „wizytówka” targów ITM INDUSTRY EUROPE. Dbamy o to, żeby w tym roku również hale wystawiennicze wypełnił nowoczesny sprzęt. Udział w targach potwierdziła już część liderów, takich jak: DMG MORI, MAZAK, TRUMPF, AMADA, SIEMENS, KUKA, FANUC,

KIMLA. Sukcesywnie zgłaszają się do nas kolejne firmy. Nie zabraknie też startupów. Część z nich ma już za sobą udane wdrożenia, niektóre czekają jeszcze na swój „start” – zapowiada Anna Lemańska-Kramer, dyrektor targów ITM INDUSTRY EUROPE.

Nowością tegorocznej edycji będzie DronePower(.pl), czyli hackathon plus, zespołowa burza mózgu pod hasłem „TECHNOLOGIE dla BEZPIECZEŃSTWA INFRASTRUKTURY”.

Powróci także zrealizowana z sukcesem w 2021 r. idea dwudniowego Kongresu Industry Next.

Drugi dzień Kongresu, podobnie jak w 2021 r., przeznaczony zostanie na spotkania warsztatowe, które cieszyły się dużym zainteresowaniem uczestników. Nie zmienią się także ich partnerzy: Park Naukowo-Technologiczny oraz Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe pod wspólną marką EDIH HPC4Poland. Eksperti zaprezentują narzędzia i przykłady wdrożeń „cyfrowych bliźniaków” w branży automotive, lotnictwie oraz w produkcji maszyn. Uczestnicy będą mieli okazję poszerzyć wiedzę i kompetencje oraz poznać praktyczne rozwiązania z obszaru sztucznej inteligencji, internetu rzeczy i digitalizacji łańcuchów dostaw, które są kluczowymi technologiami w procesie transformacji cyfrowej przemysłu oraz wspierają gospodarkę obiegu zamkniętego.

Targi ITM INDUSTRY EUROPE potrwać od 31 maja do 3 czerwca 2022 r. na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich. Więcej na: [www.itm-europe.pl](http://www.itm-europe.pl). ■



# KPO – Krajowy Plan Odbudowy – czy jest potrzebny przedsiębiorcom?

Anna Szymczak

W ostatnich tygodniach sporo słychać o problemach z uruchomieniem środków dla Polski z nowego programu wsparcia, tj. z Krajowego Planu Odbudowy. Mówi się o niezbędności tych środków, ale czego one faktycznie dotyczą? Co mogą wspierać w polskich firmach?

Zgodnie z informacjami z Serwisu Rzeczypospolitej Polskiej – Fundusz Odbudowy (Next Generation EU) jest odpowiedzią Unii Europejskiej na nowe zagrożenia i wyzwania, jakie spowodowała pandemia. Ma dwa główne cele:

- odbudowę i przywracanie odporności gospodarek UE na ewentualne kryzysy;
- przygotowanie na przyszłe, nieprzewidziane okoliczności.

Największą częścią Funduszu Odbudowy jest Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (RRF – *Recovery and Resilience Facility*). Fundusz składa się też z mniejszych programów. Prace nad programem prowadzi Ministerstwo Funduszy i Polityki.

W ramach Instrumentu na Rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności Polska może pozyskać ok. 58,1 mld euro, w tym:

- 23,9 mld euro w formie dotacji;
- 34,2 mld euro w pożyczkach.

Wskazano czas na wykorzystanie do 2026 roku.

Środki z KPO są przeznaczone na prorozwojowe inwestycje. Ostatnia wersja dokumentu pochodzi z 30.04.2021 r., czyli jest sprzed roku. Wyodrębnić można główne obszary wsparcia, nazwane komponentami:

- Komponent A „Odporność i konkurencyjność gospodarki”;
- Komponent B „Zielona energia i zmniejszenie energochłonności”;
- Komponent C „Transformacja cyfrowa”;
- Komponent D „Efektywność, dostępność i jakość systemu ochrony zdrowia”;
- Komponent E „Zielona, inteligentna mobilność”.

Każdy komponent ma swój odpowiednik w części dotacyjnej i pożyczkowej.

**Komponent A** – zgodnie z zapisami KPO – stanowi jedno z kluczowych narzędzi realizacji przez Polskę strategii przejścia od modelu wzrostu opartego na konkurencyjności kosztowej do modelu gospodarki opartej na wiedzy, wyższej wartości dodanej oraz konkurencyjności opartej na zaawansowanych produktach, usługach i innowacyjności, umożliwiającej tworzenie wysokiej jakości miejsc pracy. Kluczową rolę dla zmiany modelu wzrostu odgrywać ma kwestia wzmocnienia produktywności gospodarki. Zakłada się, że zwiększenie poziomu produktywności następowało będzie głównie w mechanizmie



zapewniania wszelkich możliwości dla zwiększenia inwestycji przedsiębiorstw.

W ramach komponentu A na uwagę zasługują obszary:

- inwestycje dla przedsiębiorstw w produkty, usługi i kompetencje pracowników oraz kadry związane z dywersyfikacją działalności;
- inwestycje wspierające robotyzację i innowacje w przedsiębiorstwach;
- stworzenie warunków do przejścia na model gospodarki o obiegu zamkniętym GOZ;
- inwestycje we wdrażanie technologii i innowacji środowiskowych, w tym związanych z GOZ.

W ramach tego komponentu szczególnie ważne wydaje się mocno wyczekiwane wsparcie rozwiązań prośrodowiskowych, które dotychczas – mocno „kulały” w praktyce dotacyjnej. Nacisk położony zostanie na ograniczenie zużycia zasobów pierwotnych, jak i minimalizację produkcji odpadów (oraz ich wykorzystanie jako surowców wtórnych). Jednocześnie, istotnego dla gospodarki wymiaru nabierać powinny nowe gałęzie tzw. zielonego przemysłu. W jego ramach wysoce rentowne dla przedsiębiorstw staje się posiadanie nowych technologii oraz zdolności do produkcji i oferowania na rynkach nowoczesnych rozwiązań umożliwiających korzystanie z odnawialnych źródeł energii lub zwiększanie efektywności energetycznej infrastruktury.

<b>170 mld euro</b>	Budżet na lata 2021-2027. To największy w historii budżet dla rozwoju polskiej gospodarki
<b>58,1 mld euro</b>	Budżet na realizację KPO, z czego: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 23,9 mld euro w formie bezzwrotnych grantów</li> <li>■ 34,2 mld euro na pożyczki</li> </ul>

Źródło: Ulotka KPO

**Komponent B** skupia się transformacji energetycznej – aby miała charakter ewolucyjny, a nie rewolucyjny. Nacisk położony będzie na rozwój alternatywnych wobec węgla źródeł energii – paliwa wodorowe, biogaz, redukcja zużycia energii w przemyśle.

W ramach **komponentu C** skupiono się na nowych wyzwaniach jakie postawiła pandemii COVID-19. Cyfryzacja zyskała na znaczeniu ze względu na znaczny rozwój telepracy, pracy i edukacji wykonywanej w formie zdalnej, bardziej powszechne wykorzystanie usług cyfrowych i audiowizualnych, które wymagają adekwatnej infrastruktury (w tym dostępu do szybkiego Internetu). Powinna być ona wspierana w ramach ww. komponentu. Tutaj znajdują wsparcie inwestycje m.in. w rozwój szerokopasmowego Internetu.

Kolejny **komponent – D** – dotyczy reformy systemu ochrony zdrowia, który na skutek pandemii został mocno nadwyrężony. Celem inwestycji w tym obszarze jest wyższa jakość i lepszy dostęp do usług zdrowotnych.

Ostatni komponent (komponent D) dotyczy zielonej mobilności, czyli zrównoważonego transportu. Sytuacje kryzysowe podkreśliły znaczenie tego sektora z uwagi na konieczność zapewnienia przepływu kluczowych dóbr, w tym usług i produktów. Celem inwestycji jest m.in. spójny system transportowy oparty na infrastrukturze charakteryzującej się wysoką jakością i dostępnością, a także zmniejszenie presji na środowisko.

Program KPO powstał jako odpowiedź na COVID-19. Nietrudno jednak zauważyć, że pewne negatywne zjawiska jako skutki pandemii zostały spotęgowane przez sytuację po 24 lutego, czyli napaści na Ukrainę. Problemy z jakimi muszą się mierzyć polskie przedsiębiorstwa są poważne. Środki z KPO mogły znacząco polepszyć sytuację, wspomóc rozwój lub zapewnić przetrwanie w tym trudnym okresie najbliższych miesięcy.

Aktualnie tylko Polska i Węgry nie mają uruchomionych środków z tego funduszu na skutek zawirowań politycznych. A szkoda... Pozostaje nam liczyć na to, że ten marazm zostanie wkrótce przerwany i środki z KPO będą pomagać w pokonaniu kryzysu w krajowej gospodarce, podobnie jak jest w innych europejskich krajach. ■

Anna Szymczak – Pełnomocnik MS-Consulting Klaudiusz Szymczak



www.ms-consulting.pl

reklama

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

**Cantoni**  
**GROUP**



Poznaj nową serię  
silników przeciwybuchowych  
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

# Właściwe zabezpieczanie dławików kompensacyjnych kluczem do ich niezawodnej eksploatacji

Jacek Dziura

## 1. Wstęp

W ostatnich latach pojawia się w sieciach elektrycznych średnich napięć coraz więcej dławików kompensacyjnych. Związane to jest z tendencją zamiany linii napowietrznych średnich napięć liniami kablowymi. Linie kablowe charakteryzują się znacznie większymi pojemnościami międzyfazowymi i doziemnymi niż linie napowietrzne, a to z kolei powoduje zapotrzebowanie na dużo wyższą moc bierną pojemnościową. Z uwagi na fakt, że płynący przez transformator zasilający sieć prąd pojemnościowy powoduje wzrost napięcia, czasem powyżej wartości dopuszczalnych, opłaty taryfowe za pobór energii pojemnościowej są znacznie wyższe niż za pobór energii czynnej, co sprawia, że zakup odpowiedniego dławika ma swoje uzasadnienie ekonomiczne. Jednak dla prawidłowej pracy dławik musi być odpowiednio zasilony i zabezpieczony. Inspiracją do napisania artykułu były informacje od użytkowników dławików, że doszło do awarii w rozdzielniach zasilających dławiki (fot. 1). Niejednokrotnie po takiej awarii dławik pozostawał sprawny elektrycznie. Było to przesłanką, by dokładnie przyjrzeć się, w jaki sposób te konkretne dławiki były zasilane i zabezpieczane.



Fot. 1. Ślady działania wysokich temperatur w polu zasilającym dławik

Pozwoliło to określić, jakie czynniki należy wziąć pod uwagę, projektując układy zasilania dławików, oraz w jaki sposób odpowiednio i prawidłowo je chronić. Kolejne rozdziały poruszać będą różne aspekty związane z zabezpieczeniami dławików.

## 2. Ochrona przepięciowa

Przepięcia pojawiające się na zaciskach dławika należą do czynników mogących doprowadzić do awarii dławika. Dławiki instalowane na zewnątrz są narażone na występowanie udarów

**Streszczenie:** Niewłaściwe zabezpieczanie urządzeń elektrycznych może prowadzić do skrócenia ich żywotności lub ich zniszczenia oraz do wystąpienia poważnych awarii. Szczególnie dotyczy to przypadków, gdzie dotychczasowe urządzenia są zastępowane przez nowe urządzenia o rozszerzonej funkcjonalności – na przykład dławiki kompensacyjne z uzwojeniem potrzeb własnych. Na podstawie przypadków, w których nieprawidłowy dobór zabezpieczeń doprowadził do poważnych konsekwencji, artykuł opisuje aspekty, jakie należy wziąć pod uwagę, aby zapewnić długą i niezawodną eksploatację, oraz przekazuje wytyczne do poprawnego zabezpieczania takich urządzeń. Artykuł jest uzupełnioną i preredagowaną wersją wystąpienia zaprezentowanego na Konferencji PEMINE 2021 i zamieszczonego w „Zeszytach Problemowych – Maszyny Elektryczne” nr 125.

Słowa kluczowe: transformatory, dławiki, układy zabezpieczeń

### PROPER PROTECTION OF SHUNT REACTORS AS THE KEY FACTOR FOR RELIABLE OPERATION

**Abstract:** Insufficient or inadequate protection of electrical devices can lead to their lifespan decrease, destruction or to occurrence of serious malfunction. It concerns especially situations where the existing devices are being replaced by new ones having increased functionality, for example shunt reactors with self-needs winding. Upon cases where the improper protection led to serious damages, the paper deals with some aspects which have to be taken into consideration to secure the reliable operation and gives the guidelines for proper protection. The paper is a completed and re-edited version of the paper presented during the PEMINE Conference in 2021 and presented in proceedings „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” No 125.

Keywords: transformers, reactors, protection devices

piorunowych pochodzenia atmosferycznego. Nie jest to jednak jedyne zagrożenie. Znacznie częściej do przepięć dochodzi w trakcie prowadzenia czynności łączeniowych w obwodach zawierających dławiki. Z uwagi na wysoką indukcyjność



# Niezależnie od kombinacji – wygrywasz!

Indywidualne rozwiązania napędu w 48 godzin – zamówienia już od 1 sztuki.

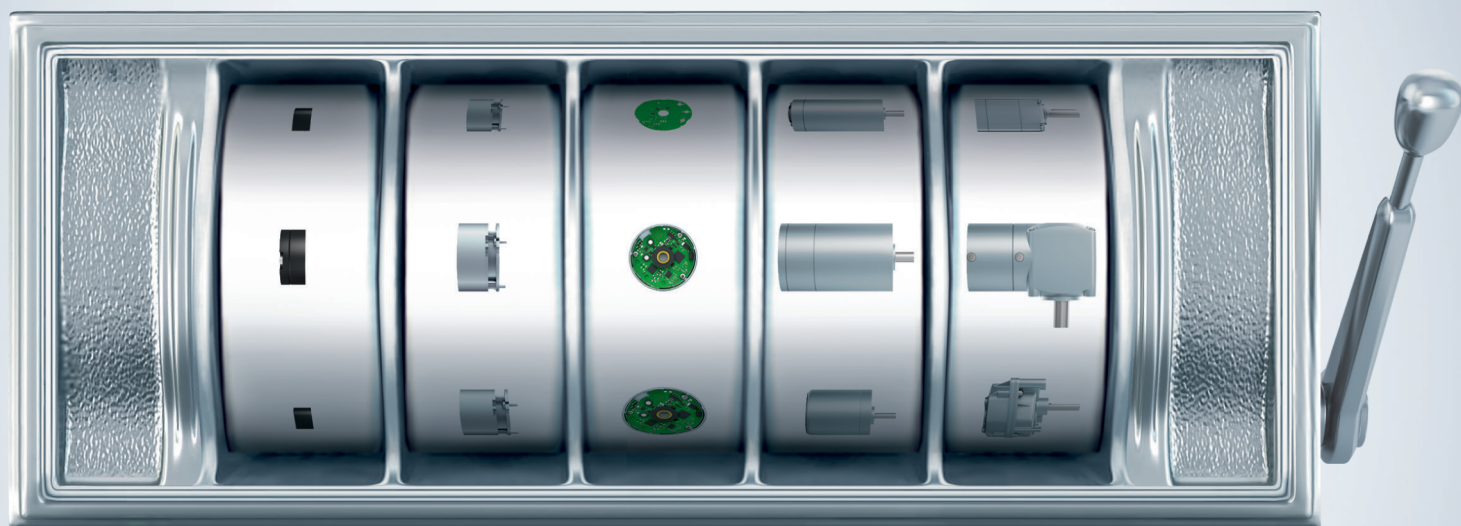
Idealne rozwiązanie dla każdego zastosowania – dzięki zasadzie modułowej.

- Różne koncepcje silników w zakresie mocy 10–750 W
  - Możliwość zastosowania w dowolnej kombinacji z głowicami przekładniowymi, hamulcami, enkoderami i elektroniką.
  - Elektronika do pracy z regulacją prędkości, momentu obrotowego i położenia.
- Preferowane typy gotowe do wysyłki w 48 godzin.

Więcej informacji istotnych dla Państwa aplikacji: [ebmpapst.com/idt-configurator](http://ebmpapst.com/idt-configurator)

**ebmpapst**

engineering a better life



Enkoder

Hamulec

Elektronika

Silnik

Przekładnia

procesowi wyłączenia dławika towarzyszy powstawanie silnych przepięć zgodnie z zależnością (1).

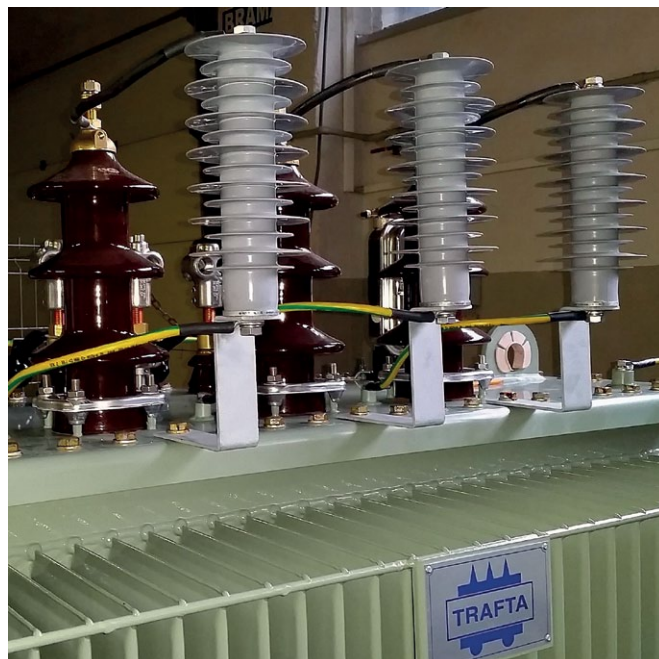
$$u = L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

Jest to zjawisko niebezpieczne szczególnie w przypadku bardzo szybkich i częstych procesów łączeniowych realizowanych przez wyłączniki próżniowe. Prowadzić one mogą do przebicia izolacji międzyzwojowej lub międzywarstwowej dławika. Standardowo izolacja dławika jest projektowana zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 60076-3 „Transformatory. Poziomy izolacji, próby wytrzymałości elektrycznej i zewnętrzne odstępy izolacyjne w powietrzu” [1] dotyczącej prób napięciowych z uwzględnieniem poziomu napięcia znamionowego i związanych z tą wartością poziomów napięć probierczych. Dlatego też w sytuacjach powodujących możliwość generowania narażeń większych niż określone napięcia probiercze dławiki powinny być zabezpieczane ogranicznikami przepięć, zwłaszcza zaś te, które podlegają częstym procesom załączania i wyłączania. O ile w przypadku udarów pochodzenia atmosferycznego istotne jest, by pomiędzy miejscem uderzenia pioruna a zaciskami dławika w dowolnym miejscu występował ogranicznik, o tyle w przypadku przepięć łączeniowych, które w naturalny sposób mogą generować się wewnątrz dławika, istotne jest, by ograniczniki były zainstalowane jak najbliżej zacisków dławika.

Obecnie najczęściej instalowane są ograniczniki przepięć zbudowane z elementu nieliniowego na bazie warystora z tlenku cynku ZnO. Charakteryzują się one brakiem prądu następczego, odpowiednią szybkością zadziałania i precyzją nastawy napięcia zapłonu. Do ich wad należy stosunkowo duży prąd upływu i duża pojemność. Ważne jest, by zainstalowane ograniczniki przepięć posiadały odpowiednio dobrane parametry. Do najistotniejszych parametrów należy napięcie trwałej pracy ogranicznika  $U_c$  oraz napięcie obniżone  $U_o$  pojawiające się na ograniczniku przy przepływie prądu związanego z udarem. Należy zwrócić uwagę, że wartości napięć obniżonych są znacznie większe od napięcia trwałej pracy (około czterokrotnie), stąd zastosowanie ograniczników o zbyt wysokim napięciu pracy trwałej  $U_c$  nie będzie chroniło urządzenia w sposób odpowiedni. Dobór parametrów uzależniony jest od sposobu połączenia punktu neutralnego uzwojenia chronionego.

Z punktu widzenia ochrony przed przepięciami łączeniowymi najbardziej korzystny sposób podłączenia ograniczników to połączenie ich w trójkąt do poszczególnych zacisków liniowych dławika. Wówczas ich parametry powinny być dobrane zgodnie z roboczymi napięciami międzyprzewodowymi. Zalecany przez producentów ograniczników sposób połączenia w gwiazdę przy doborze parametrów na napięcie międzyprzewodowe nie będzie chronił dławika przed przepięciami łączeniowymi w sposób odpowiedni. Z punktu widzenia ochrony dławika połączenie w gwiazdę może być zastosowane, jeśli punkt gwiazdowy dławika jest uziemiony, co jest raczej rzadkim rozwiązaniem, a parametry ograniczników są dobrane zgodnie z napięciami fazowymi.

W przypadku zastosowania ograniczników przepięć nie bez znaczenia jest też fakt, że ograniczniki przepięć pozwalają także sprawniej wyłączyć dławik przez bezpiecznik. Powstający



Fot. 2. Ograniczniki przepięć zainstalowane na dławiku kompensacyjnym średniego napięcia

impuls napięcia, podtrzymujący palenie łuku, zostaje rozładowany przez ogranicznik przepięć i tym samym skraca czas wyłączenia.

### 3. Ochrona nadnapięciowa

Ważnym aspektem mającym wpływ na pracę dławika jest zmienność napięcia zasilania. O ile w transformatorze wzrost napięcia jedynie minimalnie wpływa na wydzielane w nim straty, o tyle w dławiku zjawisko to jest nie do pominięcia, co szerzej opisano w [2], a w przybliżeniu zależy od kwadratu zmienności napięcia.

$$\Delta P \sim \Delta U^2 \quad (2)$$

Spotykane są lokalizacje dławików, gdzie możliwy wzrost napięcia sięga 20%. Jeśli taki fakt jest znany, to konieczne jest poinformowanie producenta, by dostarczył dławik dobrany do takich warunków pracy. W takim też przypadku zabezpieczenia powinny być dostosowane do maksymalnego dopuszczalnego długotrwale napięcia i w konsekwencji prądu dławika. Ponadto, jeżeli napięcie dławika wzrasta powyżej wartości dopuszczalnej długotrwale, co równoznaczne jest z wydzielaniem wyższych strat, i tym samym stwarza ryzyko jego przegrzania, zabezpieczenie nadnapięciowe lub przeciążeniowe powinno skutecznie taki dławik odłączyć. Taką funkcję w ostateczności może spełniać termometr z kontaktami zainstalowany w kieszeni dławika, pobudzający cewkę wyzwalającą rozłącznika.

### 4. Ochrona nadprądowa dławików z uzwojeniem potrzeb własnych

Jedną z rozpowszechnionych w ostatnich latach wersji dławików kompensacyjnych jest konstrukcja z dodatkowym uzwojeniem potrzeb własnych. Jest ona szczególnie przydatna





MESSE  
MÜNCHEN

w lokalizacjach, w których pojawia się konieczność kompensacji mocy biernej i w których zachodzi potrzeba dostarczenia energii po stronie sieci niskiego napięcia. Zwykle istniejące stacje, które wcześniej nie posiadały pola dławikowego, mają jedynie pole transformatorowe transformatora potrzeb własnych. W takim przypadku dławik kompensacyjny z uzwojeniem potrzeb własnych pozwala na zabudowę w istniejącym polu transformatorowym przy zapewnieniu obu funkcjonalności [7].

Taka zamiana jednak musi pociągać za sobą zmianę dotychczasowych zabezpieczeń. Transformatory potrzeb własnych są typowo zabezpieczane po stronie niskiego napięcia zabezpieczeniami nadprądowymi chroniącymi transformator od przeciążeń. Zabezpieczenia te mogą wyłączać przeciążony odpływ po stronie niskiego napięcia przy stacjach wieloodpływowych, bądź też wyłączać cały transformator po stronie średniego napięcia. Od zwarć poza transformatorem lub w nim samym transformator może być chroniony bezpiecznikami średniego napięcia współpracującymi z rozłącznikiem. Można też zastosować wyłącznik średniego napięcia, choć zwykle jest to droższe rozwiązanie.

Zmieniając transformator na dławik z uzwojeniem potrzeb własnych, należy pamiętać, że nawet przy pozostawieniu tej samej mocy uzwojenia potrzeb własnych prąd po stronie średniego napięcia będzie się różnił o składową bierną wynikającą z mocy kompensacyjnej. Dla zobrazowania różnic porównane zostaną parametry typowego transformatora potrzeb własnych o mocy 100 kVA zainstalowanego w sieci 15,75 kV oraz dławik o mocy kompensacyjnej 250 kVAR z uzwojeniem potrzeb własnych o mocy 100 kVA.

Dla transformatora 100 kVA prąd znamionowy po stronie średniego napięcia wynosi 3,67 A. Przy typowej wartości napięcia zwarcia wynoszącej 4–4,5% należy się spodziewać ustalonej wartości prądu zwarcia o krotności 22–25. Wytrzymały przez transformator czas trwania takiego przepływu prądu powinien wynosić 2 sekundy. Także podczas włączania transformatora do sieci występuje stan nieustalony, w którym obserwuje się przepływ prądu o wartości znacznie większej niż wartość znamionowa. Obliczeniowe wyznaczenie spodziewanej wartości prądu załączenia możliwe jest, jeśli znane są wymiary geometryczne załączanego uzwojenia oraz dane nawojowe. Typowe krotności prądu załączenia pozostają w granicach 8–12, a czas zanikania zawiera się zwykle w granicach 1 sekundy. Zgodnie z RIET [3] powinien on być zabezpieczony wkładką bezpiecznikową 16 A. Wkładka taka powinna zapewnić wyłączenie transformatora przy przepływie prądu zwarcia, powinna także wytrzymać proces załączenia i nie powinna się przegrzewać przy przepływie prądu znamionowego transformatora. Podobne wytyczne doboru podawane są także przez inne źródła, takie jak katalogi producentów bezpieczników [4, 5].

Natomiast dławik o mocy 250 kVAR z uzwojeniem potrzeb własnych 100 kVA po stronie średniego napięcia pobiera prąd od 9,9 A do 12,8 A w zależności od współczynnika mocy obwodu potrzeb własnych. Typowe wartości napięć zwarcia dla dławików wahają się w granicach 2–8% w zależności od proporcji mocy kompensacyjnej do mocy uzwojenia potrzeb własnych. W przykładowym dławiku napięcie zwarcia wynosi 2%, co oznacza, że krotność prądu zwarcia w stosunku do prądu

reklama

# 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)



znamionowego potrzeb własnych wynosi 50, natomiast w stosunku do całkowitego prądu wynosi jedynie 16. W przypadku prądu załączenia, z uwagi na inne proporcje obwodu elektromagnetycznego, krotność prądu załączenia przewyższa krotność prądu zwarcia. W rozpatrywanym przykładzie krotność wynosi 60 przy odniesieniu do znamionowej wartości prądu potrzeb własnych i około 19 przy odniesieniu do znamionowej wartości prądu całkowitego.

Gdyby w powyższym przypadku doszło do pozostawienia takich samych bezpieczników, należy spodziewać się następujących skutków:

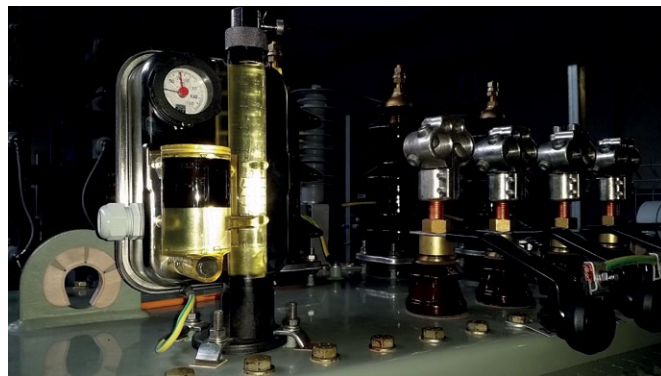
- Z uwagi na znaczne różnice w prądach załączenia mogą wystąpić trudności z pozytywnym załączeniem dławika – nastąpi zadziałanie bezpieczników przy próbie załączenia.
- Z uwagi na znacznie wyższy prąd całkowity po stronie średniego napięcia wystąpi zwiększone nagrzewanie się bezpieczników zgodnie z zależnością  $I^2R$  (w opisywanym przypadku około 9-krotnie intensywniejsze).

W omawianym przypadku należałoby użyć wkładki bezpiecznikowej o prądzie co najmniej 25 A.

Dla dokładnego doboru wkładki należy dobrze zapoznać się z charakterystyką bezpieczników, gdyż mogą one się różnić w zależności od typu i producenta [4, 5, 6]. Należy również upewnić się, w jakim stopniu dany typ bezpiecznika umożliwia ochronę przed prądami przeciążeniowymi. Często bowiem funkcjonują bezpieczniki o niepełnym zakresie działania. Pozwalają one na skuteczne zabezpieczenie przed prądami zwarciovymi, lecz nie pozwalają na ochronę przed przeciążeniem. Stosując takie wkładki, konieczne jest wyposażenie pola zasilającego dławik w rozłącznik z zabezpieczeniem od prądów przeciążeniowych. W tym przypadku należy odpowiednio ustawić priorytety zadziałania zabezpieczeń, aby uniknąć próby wyłączenia prądów zwarciovych przez rozłącznik przed zadziałaniem bezpieczników. Próba wyłączenia prądu zwarciovego przez rozłącznik doprowadzi do powstania łuku elektrycznego i tym samym do trwałego uszkodzenia pola rozdzielnic. Ponadto palący się łuk na stykach rozłącznika powoduje zwiększenie zastępczej rezystancji obwodu w stosunku do rezystancji przy zamkniętym rozłączniku. Powoduje to obniżenie prądu zwarciovego, a tym samym wydłuża czas zadziałania wkładki bezpiecznikowej, co w warunkach przepływu prądu zwarciovego jest stanem niepożądanym.

### 5. Ochrona nadprądowa dławików kompensacyjnych bez uzwojenia potrzeb własnych

Dławiki takie charakteryzują się mocą kompensacyjną o stałej wartości bądź też o wartości regulowanej poprzez przełącznik do regulacji w stanie beznapięciowym, lub też w specjalnych zastosowaniach poprzez przełącznik podobciążeniowy. Dobierając zabezpieczenie, należy wziąć pod uwagę następujące aspekty. Pierwszym z nich jest prąd związany z załączeniem dławika do sieci. Prąd załączenia zależy od geometrii uzwojenia załączanego, wstępnego stanu magnetycznego rdzenia, znamionowej indukcji w rdzeniu oraz chwilowej wartości napięcia, przy której dokonujemy załączenia. Niższy poziom indukcji znamionowej w dławikach niż w transformatorach wpływa korzystnie na obniżenie prądu załączenia. Niemniej



Fot. 3. Zabezpieczenie gazowo-ciśnieniowo-temperaturowe dławika kompensacyjnego z uzwojeniem potrzeb własnych w wersji hermetycznej

zwykle większe gabaryty uzwojenia dławikowego powodują skutek odwrotny. Również zwykle mniejsza niż w transformatorze rezystancja zastępcza dławika wpływa niekorzystnie na długość trwania stanu nieustalonego. W przybliżeniu można założyć, że zjawisko to jest nieco mniejsze, niemniej jednak krotność prądu załączenia zwykle nie jest mniejsza niż 10. Zatem z punktu widzenia umożliwienia poprawnego załączenia dławika do sieci bezpiecznik powinien być dobrany podobnie jak dla transformatora o takiej samej mocy pozornej. Bezpiecznik zabezpieczający transformator zwykle chroni go od skutków zwarc po stronie wtórnej. W przypadku dławika bezpiecznik chroni jedynie przed intensywnymi zwarciami wewnętrznymi w dławiku. Bardzo często jednak intensywne zwarcie wewnętrzne w dławiku rozwija się stopniowo od zwarc międzyzwojowych, które początkowo nie powodują znacząco większego prądu płynącego przez bezpiecznik, który umożliwiłby jego zadziałanie. Jedynym sposobem na wczesne wykrycie takiego stanu są zabezpieczenia przeciążeniowe. W przypadku zastosowania dławików olejowych uzupełniającym sygnałem może być sygnał od przekąznika gazowo-przepływowego czy też od zabezpieczeń gazowo-ciśnieniowo-temperaturowych [8, 9] w przypadku wersji hermetycznych.

Istotnym aspektem w przypadku wyłączenia prądów awaryjnych czy to przez bezpiecznik, czy też przez rozłącznik jest zdolność do wyłączenia prądów indukcyjnych. O ile w przypadku transformatorów prąd ma charakter czynno-indukcyjny o współczynniku mocy zwykle nie mniejszym niż 0,8, o tyle w przypadku dławików jest to prąd indukcyjny o współczynniku mocy mniejszym niż 0,1.

Z uwagi na wysoką indukcyjność w trakcie procesu wyłączenia dławika należy liczyć się z powstawaniem silnych przepięć zgodnie z zależnością (1).

Ważnym aspektem mającym wpływ na prąd dławika jest zmienność napięcia zasilania. Wzrostowi napięcia towarzyszy wzrost prądu w przybliżeniu w zależności liniowej. Jeśli w danej lokalizacji dławika, gdzie możliwy wzrost napięcia sięga 20%, konieczne jest, by dławik był na takie warunki pracy odporny, oznacza to, że zabezpieczenia powinny być dostosowane do maksymalnego dopuszczalnego długotrwałego prądu dławika. Ponadto, jeżeli napięcie dławika wzrasta powyżej wartości

dopuszczalnej długotrwałe, co równoznaczne jest z wydzieleniem wyższych strat i tym samym stwarza ryzyko jego przegrzania, zabezpieczenie przeciążeniowe powinno skutecznie taki dławik odłączyć. Taką funkcję może spełniać termometr z kontaktami zainstalowany w kieszeni dławika, pobudzający cewkę wyzwajającą rozłącznika.

Ochronę przeciążeniową zrealizować można albo poprzez pomiar prądu płynącego do dławika przez dokonanie odpowiednich nastaw wartości prądu i zwłoki czasowej wyzwaczy nadprądowych, lub też poprzez ocenę skutku cieplnego wywołanego przepływem prądu. Zaletą tego drugiego sposobu jest możliwość uwzględnienia również innych czynników wpływających na temperaturę dławika. Mogą to być na przykład skrajnie wysokie temperatury otoczenia lub też nieprzewidziane zakłócenia w dopływie powietrza chłodzącego. Z tego też względu dławiki produkcji TRAFITA Sp. z o.o. są wyposażane w termometry posiadające odpowiednio nastawialne kontakty, pozwalające na ustawienie określonych progów reakcji (typu „Alarm” lub „Wyłączenie”). W dławikach żywicowych stosowane są układy kontroli temperatury zrealizowane na bazie czujników pozystorowych (PTC) lub czujników Pt100.


Przedstawione na fotografii fot. 3 urządzenie pozwala także na sygnalizację innych stanów awaryjnych powodujących generację gazów w oleju lub też wzrost jego ciśnienia, jak na przykład w przypadku zwarć wewnętrznych. Dla wersji hermetycznych urządzenie takie pełni analogiczną rolę jak przekładnik gazowo-przepływowy w wersji konserwatorowej.

## 6. Wnioski

Poprawna, bezawaryjna, długotrwała i bezproblemowa eksploatacja urządzenia uzależniona jest od tego, czy zostało ono dobrane poprawnie do miejsca, w którym jest zainstalowane, i czy zostało w adekwatny sposób zabezpieczone. W szczególności zamiana transformatorów potrzeb własnych na dławiki z uzwojeniami potrzeb własnych musi prowadzić do zmiany zabezpieczeń. Zabezpieczenia dławików muszą uwzględniać ich specyficzny indukcyjny charakter obciążenia o bardzo niskim współczynniku mocy, który utrudnia procesy wyłączania poprzez generowanie silnych przepięć łączeniowych i wydłuża czas trwania procesów niustalonych. Ponadto należy eksploatować urządzenia zgodnie z wytycznymi zawartymi w normach, zaleceniach branżowych i dokumentacji techniczno-ruchowej.

## Literatura

- [1] PN-EN 60076-3 „Transformatory. Poziomy izolacji, próby wytrzymałości elektrycznej i zewnętrzne odstępy izolacyjne w powietrzu”, PKN, 02 2014.
- [2] DZIURA J.: *Właściwe określenie warunków pracy urządzeń elektrycznych kluczowym czynnikiem ich niezawodnej eksploatacji*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe”, INiME Komel, 2018.
- [3] Ramowa Instrukcja Eksploatacji Transformatorów, Energopomiar – Elektryka, 2006.
- [4] *Wkładki bezpiecznikowe*, EFEN, 12.2017, [http://www.efen.com.pl/pliki/katalogi/EFEN\\_PL\\_Wkladki\\_bezpiecznikowe.pdf](http://www.efen.com.pl/pliki/katalogi/EFEN_PL_Wkladki_bezpiecznikowe.pdf).
- [5] *Bezpieczniki*, ABB, 10.2014, <https://www.google.com/url?sa=t&ct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjN0Yiy9oPoAhWrBRAIHfkVChcQFjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Fsearch.abb.com%2Flibrary%2Fdownload.aspx%3Fdocumentid%3D3405pl202-w5-pl%26languagecode%3Dpl%26documentpartid%3D%26action%3Dlaunch&usg=AOvVaw3Kt0c52fYLACEaTVITzrtE>.
- [6] MUSIAŁ E.: *Bezpieczniki w nowoczesnych układach zabezpieczeń urządzeń niskiego napięcia*, strona domowa, 2006, [www.edwardmusial.info/pliki/bezp.pdf](http://www.edwardmusial.info/pliki/bezp.pdf).
- [7] DZIURA J.: *Nowoczesne warianty dławików kompensacyjnych w sieciach średnich napięć*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe”, INiME Komel, 2019.
- [8] „DGPT2\* protection relay for electrical transformers”, <http://www.tanandsons.com/en/product/detail/24/DGPT2%C2%AE-protection-relay-for-electrical-transformers>,
- [9] „IDEF SYSTEMES The Protection Relay Specialist”, <http://www.idefsystemes.com/the-dmcr-a-complete-safety-solution>,

 dr inż. Jacek Dziura – Dyrektor do spraw badań i rozwoju firmy TRAFITA Sp. z o.o.

reklama



**NOWE STACJE SERWISOWE  
JESZCZE BLIŻEJ / JESZCZE SZYBCIEJ**

#Szczecin #Gdańsk  
#Bydgoszcz  
#Łódź  
#Gliwice  
#Rzeszów

serwis@abuscranes.pl  
32 338 66 30

www.abuscranes.pl  
info@abuscranes.pl

**ABUS**  
CRANE SYSTEMS POLSKA

# Stanowisko do badania elementów magnetycznych podwyższonej częstotliwości

Tomasz Biskup, Henryk Kołodziej, Mariusz Lorenc, Dariusz Paluszcak, Jacek Sontowski, Maciej Haltof

## 1. Wstęp

Transformatory, pomimo zasady działania niezmiennej od 1885 roku, nieustannie znajdują coraz to nowe zastosowania, które podyktowane są dynamicznym rozwojem przemysłu i potrzeb z nim związanych. Mowa tutaj zwłaszcza o obwodach elektroniki mocy i układach przekształtnikowych.

Wynalazek stworzony przez Otto Bláthy'ego, Miksa Dériego i Károla Zipernowsky'ego na przestrzeni lat znalazł zastosowanie wszędzie tam, gdzie konieczne jest wykorzystanie różnych wartości skutecznych napięć zasilających. Urządzenia te możemy znaleźć w sieciach przesyłowych, gdzie jednostki energetyczne charakteryzują się mocami powyżej kilkuset MVA i napięciami znamionowymi rzędu setek kV, tam gdzie pracują transformatory małej mocy w obwodach SELV i PELV.

O ile wartości napięć pierwotnych i wtórnych w uproszczeniu determinują budowę systemu izolacyjnego, a moc wyjściowa określa gabaryt jednostki, to w przypadku zmiany częstotliwości znamionowej i odejścia od typowej sieciowej 50 Hz/60 Hz, nie jest to już tak oczywiste. Częstotliwość znamionowa napięcia wejściowego transformatora ma decydujący wpływ na jego budowę oraz pasożytnicze zjawiska fizyczne, które w nim zachodzą. Podobnie jak w transformatorach, tak i w innych elementach magnetycznych, jak dławiki i filtry pasywne, częstotliwość składowej podstawowej prądu i dodatkowych składowych zmiennych ma ogromne znaczenie. Przyczynia się ona pośrednio do określenia sposobu wykonania, w tym doboru materiału rdzenia czy geometrii, rozmieszczenia i materiału uzwojeń. Konstrukcja ma na celu ograniczenie strat mocy, tak aby urządzenie zostało zbilansowane termicznie, oraz ograniczenie pojemności pasożytniczych, tak aby redukować zakłócenia przewodzone EMI itd. Należy pamiętać, że w ciągłym procesie przemagnesowywania rdzenia transformatora straty histerezy są funkcją wykładniczą częstotliwości. Z kolei straty wiropądowe w laminowanych wzajemnie blachach, będące pochodną zjawiska indukcji elektromagnetycznej, są zależne od kwadratu tej częstotliwości. Ze wzrostem częstotliwości zmianie ulega również głębokość dyfuzji magnetycznej. Zjawisko naskórkowości uwydatnia się wraz ze wzrostem częstotliwości, czego rezultatem jest ograniczony aktywny przekrój poprzeczny uzwojenia i proporcjonalny wzrost strat czynnych. Efekty naskórkowości i zbliżenia można minimalizować m.in. poprzez stosowanie wiązek drutów wzajemnie izolowanych, tzw. przewodów z licy [1]. Ilość przewodów we wiązce, czasami setki drobnych przewodów, oraz ich przekrój są dobierane indywidualnie względem oczekiwanych obciążeń i częstotliwości.

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono system energoelektroniczny pozwalający na badania transformatorów i dławików średniej częstotliwości przeznaczonych do systemów przetwarzania energii z wykorzystaniem przekształtników energoelektronicznych. Przedmiotem badań mają być właściwości i parametry transformatorów oraz dławików, których rdzeń został zbudowany w oparciu o nowoczesne materiały magnetyczne, w tym nanokrystaliczne. Stanowisko umożliwi regulację wartości skutecznej i częstotliwości napięcia wyjściowego w zakresie do 20 kHz i amplitudzie prądu wyjściowego do 200 A.

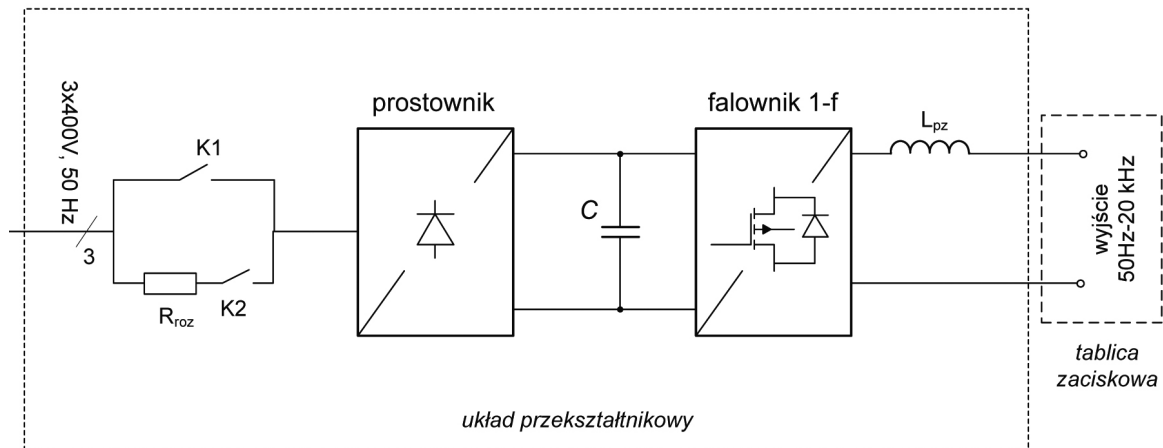
**Słowa kluczowe:** przetwarzanie energii elektrycznej, falownik tranzystorowy, transformatory i dławiki WCz

Kolejnym, jednym z wielu aspektów budowy transformatorów średniej częstotliwości jest celowość ograniczania strumienia rozproszenia pomiędzy stroną pierwotną i wtórną transformatora. Przenikający uzwojenia strumień rozproszenia indukuje niekorzystne wtórne prądy wirowe. Aby niwelować to zjawisko i poprawić współczynnik sprzężenia magnetycznego, projektanci stosują mieszane układy uzwojeń względem siebie, przepłyty, ograniczają liczbę warstw uzwojeń itd.

Skorelowane ze wzrostem częstotliwości straty oraz efekt wypierania strumienia magnetycznego w rdzeniu wymuszają na producentach elementów magnetycznych stosowanie materiałów magnetycznych niskostratnych. W zakresie częstotliwości składowej podstawowej do 1 kHz jest to możliwe poprzez stosowanie cienkich blach o grubości w przedziale 0,01–0,1 mm i dużej rezystywności. Innym sposobem, w tym zakresie częstotliwości, może być ograniczanie wartości indukcji magnetycznej w rdzeniu. Jednak konieczność czasami nawet kilkukrotnego obniżenia indukcji jest możliwa tylko w ograniczonym zakresie. W przedziale wyższych częstotliwości, kilku – kilkunastu kHz i więcej, konieczne jest jednak stosowanie innych materiałów magnetycznych, w tym taśm ze szkła metalicznego amorficznego lub nanokrystalicznego, rdzeni proszkowych i ferrytowych [2]. Dobór materiału magnetycznego rdzenia podyktowany jest również oczekiwanymi charakterystykami elementów magnetycznych, wchodzących w skład np. przetwornic DC–DC.

Nietypowość rozwiązań magnetyków o podwyższonej częstotliwości oraz ich mnogość jest ogromna. W połączeniu





Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska badawczego

z koniecznością przeprowadzania prób typu oraz powszechnym brakiem regulowanych źródeł średniej częstotliwości o dużej mocy zaistniała potrzeba zbudowania stanowiska badawczego.

W niniejszym artykule zostanie zaprezentowane stanowisko, którego celem jest stworzenie pewnej platformy pozwalającej na testowanie transformatorów podwyższonej częstotliwości. Transformatory takie mogą być budowane z wykorzystaniem nowoczesnych materiałów magnetycznych: ferrytowych, amorficznych lub nanokrystalicznych. Artykuł jest wynikiem prac zrealizowanych w ramach projektu POIR.04.01.02-00-0001/16, którego celem było przebadanie możliwości zastosowania materiałów nanokrystalicznych w aplikacjach filtrów i transformatorów stosowanych w energoelektronicznych systemach przetwarzania energii.

## 2. Konstrukcja stanowiska

Schemat stanowiska został zaprezentowany na rys. 1. Składa się ono:

- z układu zabezpieczeń i filtra EMC od strony sieci zasilającej;
- rezystancyjnego układu rozruchowego wraz ze stycznikami;
- prostownika diodowego z kondensatorowym obwodem pośredniczącym napięcia stałego;
- 1-fazowego falownika napięcia.

Falownik został zbudowany w oparciu o moduł SiC MOSFET FMF400BX-24A firmy Mitsubishi [3]. Jest to pełny mostek tranzystorowy o parametrach maksymalnych: napięcia 1200 V i prądu 400 A. Tranzystory zbudowane w oparciu o technologię SiC odznaczają się rezystancyjną charakterystyką przewodzenia, zbliżoną do układów MOSFET (rezystancja przewodzenia 3–5 mΩ w zakresie do 200 A, w zależności od temperatury złącza). Dodatkowo czasy przełączania są tu zdecydowanie niższe w stosunku do podobnych tranzystorów IGBT, co predestynuje je do zastosowań o wyższych częstotliwościach przełączania. Warto zwrócić uwagę, że wg noty katalogowej tranzystory te nie są odporne nawet na krótkotrwałe zjawiska zwarcia, co negatywnie odróżnia je w stosunku do innych modułów, np. IGBT czy MOSFET. Należy więc zastosować dodatkowe środki ograniczające możliwości szybkiego narastania takiego prądu.

Przyjęto, że falownik będzie umożliwiał zasilanie odbiornika napięciem prostokątnym o zadanej, nastawialnej częstotliwości do 20 kHz i regulowanej wartości skutecznej napięcia za pomocą metody modulacji szerokości pojedynczego impulsu. Maksymalny poziom amplitudy prądu wyjściowego ustalono na wartość 200 A.

Na potrzeby stanowiska, a przede wszystkim modułu FMF400BX-24A, został zaprojektowany nowy układ wyzwalania (drajwer) tranzystorów SiC MOSFET oparty o układ firmy Broadcom ACPL 352J [4]. Charakteryzuje się on dużym prądem szczytowym w czasie załączania (5 A) i wyłączenia (4,5 A) tranzystora mocy, 150 ns opóźnieniem w propagacji sygnału sterującego oraz, co najważniejsze, bardzo wysoką odpornością na zmienność składowej wspólnej napięcia CMR 100 kV/μs (przy  $U_{CM} = 1500$  V). Ten ostatni parametr jest niezwykle istotny w obliczu dużej szybkości przełączania tranzystorów SiC i zjawisk pasożytniczych, jakie zachodzą w czasie tego procesu. Układ drajwerowy wykorzystuje mechanizm pomiaru napięcia nasycenia tranzystora  $U_{DESAT}$  w czasie załączania do zabezpieczenia przeciwzwarciowego modułu oraz kontrolę napięć drajwerowych. Na rys. 2 przedstawiono fragment części przekształtnikowej stanowiska obejmujący 1-fazowy falownik wraz z układem sterowania, układami drajwerowymi oraz dławikiem przeciwzwarciowym  $L_{pz}$ . Umieszczony na wyjściu dławik  $L_{pz}$  (rys. 1) ma na celu ograniczenie szybkości narastania prądu zwarcia na wyjściu falownika i niedopuszczenie do osiągnięcia wartości prądu przekraczającego maksymalne, chwilowe możliwości modułu (800 A). Przyjęto, że dławik o wartości 10 μH będzie wystarczający do tego celu, a jednocześnie tylko w małym stopniu spowoduje zniekształcenie napięcia wyjściowego zasilającego badane obiekty. Dławik ten został wykonany na bazie rdzeni kubkowych proszkowych, których zaletą jest szeroki zakres liniowości charakterystyki magnesowania. Niestety przy częstotliwościach wyjściowych falownika powyżej 3,5 kHz należało ograniczyć prąd maksymalny na wyjściu falownika z powodu zbyt wysokiej temperatury rdzenia tego dławika. W celu obniżenia temperatury rdzeni został wyposażony w radiatory chłodzone w sposób wymuszony powietrzem, co można zauważyć na zdjęciu zamieszczonym na rys. 2.

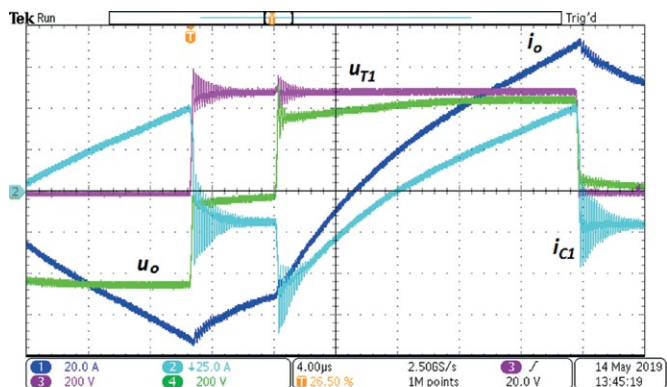


Rys. 2. Zdjęcie fragmentu stanowiska obejmujące 1-fazowy falownik wraz z elementami sterującymi i zabezpieczającymi

### 3. Wyniki badań

Stanowisko zostało wstępnie przebadane w laboratorium firmy ENEL-PC. W ich trakcie rozwiązano kilka problemów, które zauważono w czasie testów. Jedną ze zmian było, wspomniane wyżej, przekonstruowanie dławika  $L_{pz}$  oraz przygotowanie procedury ograniczenia prądowego falownika dla wyższych częstotliwości pracy. Blok ograniczenia prądowego został tak skonstruowany, że pozwala na pracę z maksymalnym prądem dla stanowiska (200 A), ale czas trwania takiej pracy jest ograniczony czasowo w funkcji częstotliwości (powyżej 3,5 kHz) i prądu roboczego.

Drugim istotnym problemem do rozwiązania były zjawiska przebiegowe, jakie występują na tranzystorach mostka w czasie przełączania. W trakcie montażu elementów na module tranzystorowym umieszczono typowe kondensatory *snubber* o pojemności 0,47  $\mu\text{F}$ . Ilustracją problemów, jakie wtedy występują, są przebiegi pokazane na rys. 3. Można tam zauważyć silne oscylacje prądów i napięcia na tranzystorze  $u_{T1}$  w chwili jego wyłączenia. Problemem jest nie tylko amplituda napięcia na tranzystorze proporcjonalna do komutowanego prądu, ale także częstotliwość oscylacji (6 MHz) i wartość skuteczna prądu, który zamyka się przez kondensator *snubbera*.



Rys. 3. Przebiegi prądu wyjściowego  $i_o$ , prądu kondensatora  $i_{C1}$ , napięcia na tranzystorze T1  $u_{T1}$  oraz napięcia na wyjściu ze stanowiska  $u_o$  w trakcie jednego cyklu przełączania  $F = 20 \text{ kHz}$

Powoduje to jego silne i niedopuszczalne nagrzewanie. Okazuje się, że w wyniku przełączenia tranzystora pojawia się rezonansowy prąd WCz wynikający z pojemności *snubbera* i indukcyjności pasożytniczych połączeń oraz przede wszystkim samych kondensatorów. Zmniejszenie tej pasożytniczej indukcyjności byłoby możliwe przez połączenie równoległe wielu małych kondensatorów tworzących pojemność obwodu DC, ale uznano, że jest to rozwiązanie niewłaściwe, ze względu na wymóg dużej mocy czynnej stanowiska. Mała pojemność obwodu DC powodowałaby duże tętnienia napięcia DC i zaburzenia w powtarzalności pomiarów.

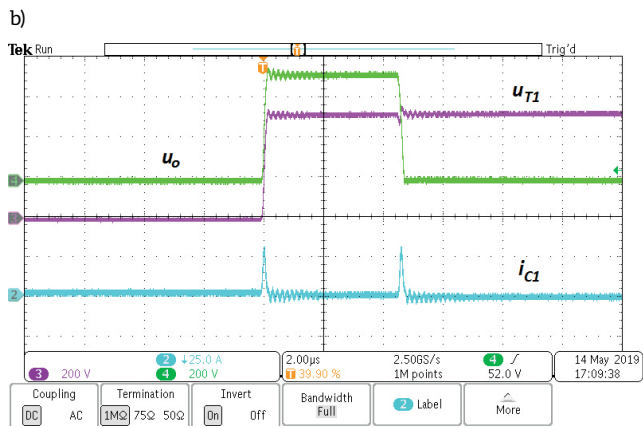
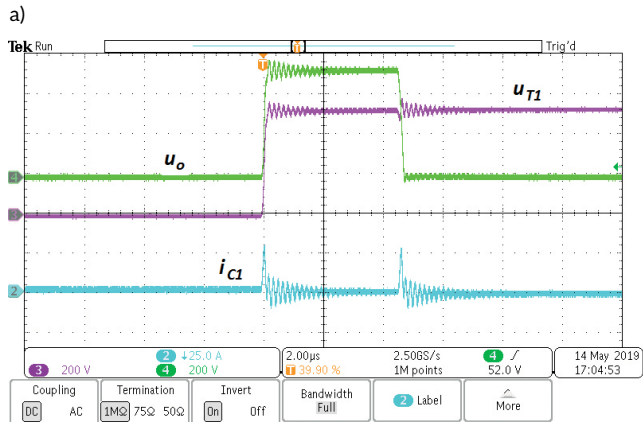
Zaproponowano inne rozwiązanie, pozwalające na uniknięcie problemów przez usunięcie kondensatora odciążającego (*snubber*) i ograniczenie zjawisk przepięciowych przez odpowiedni dobór czasu martwego w sygnałach sterujących. Wpływ tego czasu na zjawiska przepięciowe pokazano na rys. 4, gdzie w części a) pokazano przebiegi dla czasu martwego 1  $\mu\text{s}$ , a w części b) dla czasu optymalnego 0,5  $\mu\text{s}$ .

Pokazane przebiegi przedstawiają stan dla biegu jałowego falownika. Można zauważyć, że przy odpowiednio dobrze dobranym czasie martwym w sterowaniu tranzystorów półmostków możemy ograniczyć amplitudę przepięcia na tranzystorze, ale także szybko wytlumić oscylacje prądu z baterii kondensatorów.

Przedstawione stanowisko zostało przekazane do firmy ELHAND, gdzie jest wykorzystywane do badań transformatorów podwyższonej częstotliwości. Przykładem takich prac jest transformator 1-fazowy o mocy 30 kVA, zaprojektowany na bazie rdzenia z materiału niskostatnego do pracy przy zasilaniu o częstotliwości 10 kHz. Dzięki podwyższonej częstotliwości pracy transformator taki ma znacznie zmniejszone gabaryty.

Na rys. 5 pokazano zdjęcie, które pozwala na porównanie gabarytów zaprojektowanego transformatora o mocy 30 kVA i klasycznego transformatora o znacznie mniejszej mocy 5 kVA, przystosowanego do pracy przy częstotliwości 50 Hz. Dzięki zwiększeniu częstotliwości zasilania osiągamy wielokrotnie mniejsze wymiary i masę transformatora.



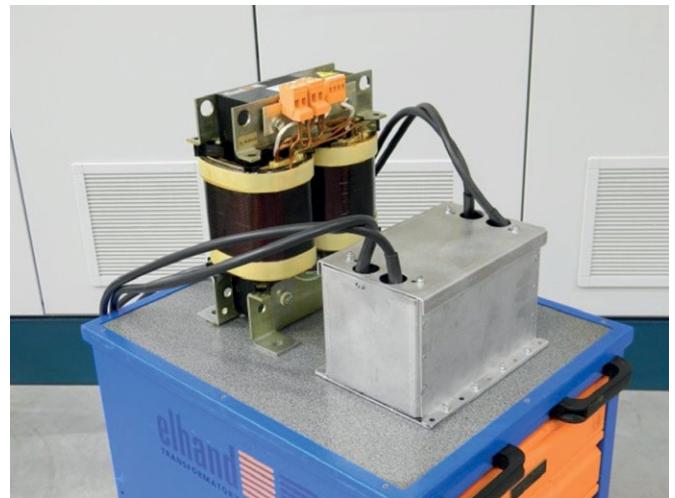


Rys. 4. Przebiegi prądu kondensatora  $i_{C1}$ , napięcia na tranzystorze  $T1$   $u_{T1}$  oraz napięcia na wyjściu ze stanowiska  $u_o$  w trakcie jednego cyklu przełączania  $F = 20$  kHz: a)  $t_{dead} = 1$   $\mu$ s; b)  $t_{dead} = 0,5$   $\mu$ s

Zaprojektowany transformator został przebadany z wykorzystaniem zbudowanego stanowiska, a całość systemu pomiarowego została przedstawiona na rys. 6. Wyniki badań potwierdziły poprawność przyjętych założeń i dobre właściwości cieplne transformatora. Na rys. 7 przedstawiono przykładowe przebiegi prądu i napięcia na wyjściu w trakcie badań, przy czym obciążeniem był tu rezystor mocy o nastawianej wartości rezystancji.

#### 4. Podsumowanie

W artykule przedstawiono kolejny etap budowy systemów badawczych w ramach projektu POIR.04.01.02-00-0001/16.



Rys. 5. Zdjęcie porównujące gabaryty transformatora 1-fazowego: klasycznego 5 kVA, 50 Hz (po lewej) i 30 kVA, 10 kHz (po prawej)



Rys. 6. Zdjęcie stanowiska pomiarowego z badanym transformatorem 30 kVA, 10 kHz

Wcześniej zbudowane zostało stanowisko pozwalające na badanie dławików i filtrów sieciowych dla układów przekształtnikowych [5, 6], w kolejnym etapie system pozwalający na badanie transformatorów podwyższonej częstotliwości o napięciu zasilania do 20 kHz i mocy 100 kVA.

reklama



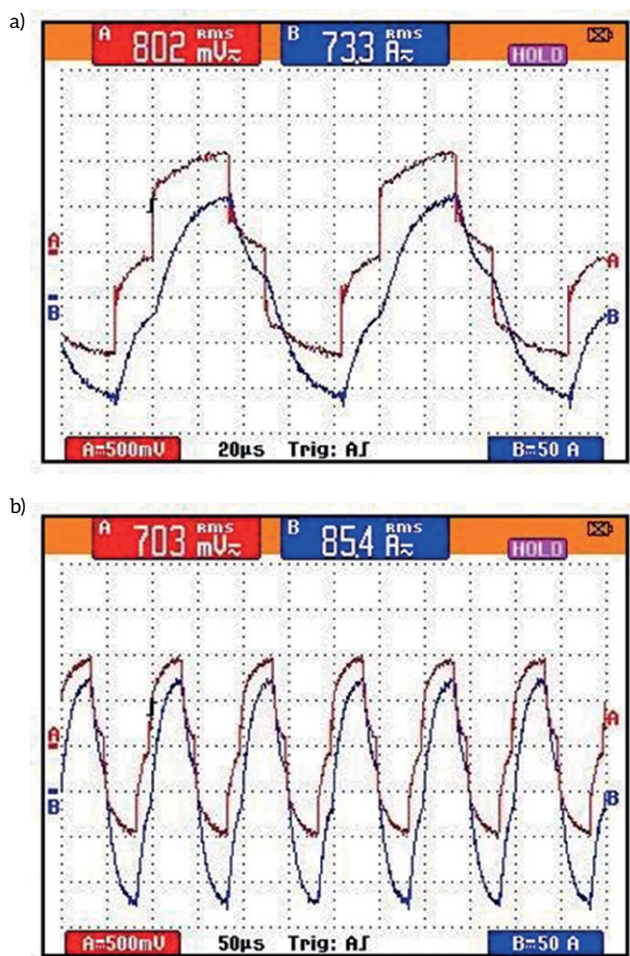
ENERGOELEKTRONIKA na miarę Twoich potrzeb

Realizujemy projekty indywidualnie dopasowane do wymagań klienta

ENEL-PC, ul. Graniczna 74B, 44-178 Przeszowice, tel. +48 32 7050490







Rys. 7. Przebiegi napięciowo-prądowe w trakcie badań transformatora 30 kVA, 10 kHz w przypadku pełnego obciążenia: a) strona pierwotna; b) strona wtórna, skala napięcia 250 V/dz

Transformatory takie znajdują coraz szersze zastosowanie w przetwornicach kolejowych, ładowarkach akumulatorowych czy zgrzewarkach inwertorowych. Przez podnoszenie poziomu częstotliwości pracy transformatora uzyskujemy zmniejszone gabaryty i masę. Jest to okupione zastosowaniem odpowiednich materiałów magnetycznych i specjalnych rozwiązań w zakresie przewodów (lica), ale także wymaga źródeł przekształtnikowych, umożliwiających przetwarzanie energii w odpowiednich warunkach zasilania przy wysokiej sprawności.

## Literatura

- [1] litzwire.com [dostęp 13.02.2020].
- [2] SZYNOWSKI J., KOLANO R., KOLANO-BURIAN A., POŁAK M.: *Reduction of power losses in the tape-wound FeNiCuNbSiB nanocrystal line cores using interlaminar insulation*. IEEE Transactions on Magnetics, vol. 50, Iss. 4, Apr 2014.
- [3] Mitsubishi Electric, FMF 400BX-24A – Full SiC module, Data sheet, July 2018.
- [4] Broadcom, ACPL-352J, 5.0 Amp Output Current IGBT and SiC/GaN MOSFET Gate Drive Optocoupler, Data sheet, June 2019.
- [5] BISKUP T., KOŁODZIEJ H., BODORA A., MICHALAK J.: *Stanowisko do badania filtrów dla napędów prądu przemiennego*. „Napędy i Sterowanie” 3/2019.
- [6] BISKUP T., KOŁODZIEJ H., BODORA A., MICHALAK J.: *Stanowisko do testów filtrów sieciowych dla napędów – badania laboratoryjne*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2(122)/2019.

## Informacje dodatkowe

Artykuł prezentuje wyniki związane z realizowanym projektem współfinansowanym ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój nr POIR.04.01.02-00-0001/16, pt. „Innowacyjne i energooszczędne nanokrystaliczne dławiki filtrów dla poprawy jakości energii elektrycznej i ograniczenia negatywnego wpływu energetyki na środowisko”.



dr inż. Tomasz Biskup, e-mail: t.biskup@enel-pc.pl  
 dr inż. Henryk Kołodziej, e-mail: henryk.kolodziej@enel-pc.pl  
 mgr inż. Mariusz Lorenc, e-mail: m.lorenc@enel-pc.pl  
 mgr inż. Dariusz Paluszczyk, e-mail: d.paluszczyk@enel-pc.pl  
 mgr inż. Jacek Sontowski, e-mail: j.sontowski@enel-pc.pl  
 ENEL-PC Sp. z o.o.

dr inż. Maciej Haltof, e-mail: m.haltof@elhand.pl  
 ELHAND Transformatory Sp. z o.o.

reklama



# ROBOTYKA.PL

centrum polskiej robotyki

XVI edycja Konkursu miesięcznika

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

# PRODUKT ROKU 2021

#### KATEGORIE:

- Nowe maszyny i technologie
- Poprawa bezpieczeństwa
- Napędy i silniki
- Systemy sterowania procesami i układami
- Urządzenia pomiarowe i czujniki



Ogłoszenie wyników konkursu oraz wręczenie nagród i wyróżnień odbędzie się podczas Targów ITM INDUSTRY EUROPE, w Poznaniu.

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

# Rozłączne scenariusze katastrofalnego ryzyka SI

Kaj Sotala

## 1. Wprowadzenie

Praca w dziedzinie związanej z bezpieczeństwem wymaga czegoś, co zostało nazwane „mentalnością bezpieczeństwa” (Schneier, 2008): umiejętności spojrzenia na istniejący system i zaobserwowania, w jaki sposób może on zostać zagrożony przez zdeterminowanego atakującego. Podobnie praca nad bezpieczeństwem związanym z SI wymaga analogicznego sposobu myślenia, w którym ludzie aktywnie analizują, w jaki sposób coś może pójść nie tak, zamiast zakładać, że wiarygodny pomysł na wykonanie czegoś dobrze, jest wystarczający do zapewnienia bezpieczeństwa (Arbital, 2017).

Niestety scenariusze dotyczące ryzyka związanego z wyrafinowaną SI (np. Yudkowsky, 2008a, Bostrom, 2014, Sotala i Yampolskiy, 2015) nie zawsze były przedstawiane w sposób, który wyraźnie jasno akcentował potrzebę myślenia o bezpieczeństwie SI. Powszechną krytyką jest to, że choć scenariusze te zawierają wiarygodny argument, to nie jest on w żadnym wypadku nieunikniony, a odrzucenie jakiegokolwiek kluczowej przesłanki umożliwiłoby uniknięcie scenariusza<sup>1</sup>. Następnie przyjmuje się, że cała analiza sugerująca taki scenariusz jest fatalnie wadliwa i można ją bezpiecznie porzucić.

Trafną odpowiedzią na taką krytykę byłoby wskazanie różnych sposobów wystąpienia katastroficznego wyniku, aby się przekonać, czy argumenty za ryzykiem rzeczywiście zależą od łatwych do obalenia przesłanek. Jednak oprócz jednego znaczącego wyjątku (A. Barrett i Baum, 2017a) nie podjęto próby systematycznej analizy różnych czynników umożliwiających katastrofę w sposób, który ułatwiłby ich analizę<sup>2</sup>.

Ten rozdział ma na celu przedstawienie szerokiego spojrzenia na różne sposoby,

w jakie rozwój wyrafinowanej SI może doprowadzić do tego, że stanie się ona wystarczająco potężna, aby spowodować katastrofę. W szczególności ten rozdział ma na celu skupienie się na sposobie, w jaki różne rodzaje ryzyka są rozłączne, na jak wiele różnych sposobów coś może pójść nie tak, z których każdy może doprowadzić do katastrofy. Czyniąc to, rozdział ma na celu rozwinięcie dotychczasowych prac (A. Barrett i Baum, 2017a), które zainicjowały stosowanie ustalonych metodologii analizy ryzyka w dziedzinie bezpieczeństwa SI (A. Barrett i Baum, 2017b).

Skoncentrowano się na SI na tyle zaawansowanej, aby można było ją uważać za OSI lub ogólną sztuczną inteligencję, raczej pomijając ryzyko związane z „wąską SI”, takie jak na przykład technologiczne bezrobocie (Brynjolfsson i McAfee, 2011). Należy jednak zauważyć, że niektóre z omówionych zagrożeń, w szczególności kluczowe zdolności związane z wąskimi dziedzinami zawarte w części „Inicjator MSA: kluczowe możliwości”, mogą powstać na dowolnym etapie przejścia od wąskich systemów SI do superinteligencji. Celem pracy nie było zaprzeczenie lub zminimalizowanie różnych pozytywnych aspektów, które mogą również wynikać z tworzenia SI, ani sugerowanie, że nie należy kontynuować rozwoju SI. Celem było raczej umożliwienie realizacji pozytywnego potencjału SI w taki sam sposób, w jaki lepsze zrozumienie słabości związanych z bezpieczeństwem komputerowym pozwala na tworzenie bezpiecznych systemów komputerowych.

## 2. Inicjatorzy katastrofy

Większość argumentów za ryzykiem związanym z SI wynika z połączenia dwóch roszczeń (Yudkowsky, 2008a,

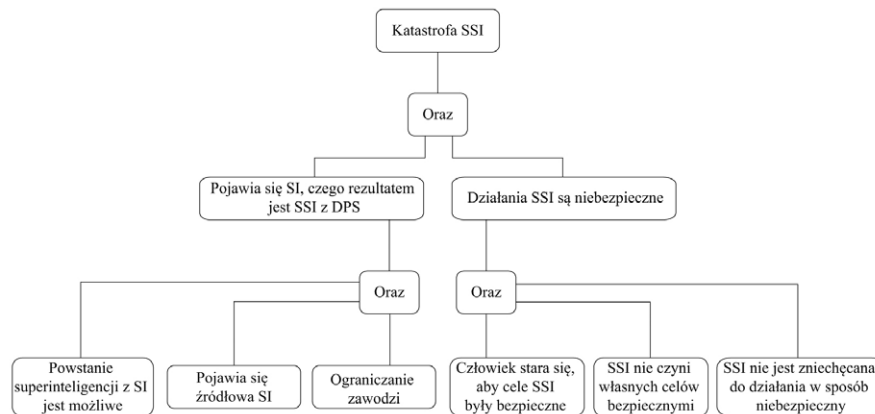
Bostrom, 2014, Sotala i Yampolskiy, 2015): roszczenia dotyczącego zdolności i roszczenia dotyczącego wartości. W tym rozdziale skoncentrowano się na badaniu różnych sposobów, dzięki którym roszczenie zdolności może się spełnić. Model roszczenia wartości wykracza poza zakres tego rozdziału, aczkolwiek można zapoznać się na przykład z pracą Barretta i Bauma (2017a).

1. Roszczenie dotyczące zdolności: SI może stać się wystarczająco zdolna do potencjalnego wyrządzenia poważnych szkód dobru ludzkiemu.
2. Roszczenie dotyczące wartości: SI może działać zgodnie z wartościami, które nie są zgodne z wartościami ludzkości, powodując w ten sposób znaczne szkody.

Roszczenia te można rozpatrzyć bardziej szczegółowo. Istniejącym modelem takich roszczeń jest model SSI-PATH (A. Barrett i Baum, 2017a) (rysunek 1). SSI-PATH koncentruje się na analizie ścieżek, po których SI może doprowadzić do katastrofy, stając się superinteligentną przez rekurencyjne samodoskonalenie, przy czym ludzie nie są w stanie zapobiec tym niebezpiecznym działaniom.

Model SSI-PATH wykorzystuje konwencje schematu błędów, w których niepożądanym zdarzeniem (katastrofą SI) jest węzeł górny, po którym następują dwa węzły mogące uaktywnić górny węzeł, gdyby oba były prawdziwe. Są to węzły „Działania SSI są niebezpieczne”, które odpowiadają roszczeniu wartości oraz „SI rozwija się, powstaje [Sztuczna SuperInteligencja] z [Decydująca Przewaga Strategiczna]”, co odpowiada określonej formie roszczenia zdolności. W tym rozdziale rozwinięto SSI-PATH przez rozważenie bardziej ogólnych form roszczenia zdolności.





**Rys. 1.** Górne warstwy modelu SSI-PATH. (Na podstawie: Barrett i Baum, *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence: JETAI* 29 nr 2, 2017a: 397–414). Warstwy te zostały zaprojektowane jako drzewo błędów, obrazujące różne warunki, które muszą zostać spełnione, aby nastąpiła katastrofa związana z SSI. Według schematu katastrofa SSI zdarza się wtedy, gdy: (1) SI rozwija się, czego efektem jest SSI z DPS oraz (2) działania SSI są niebezpieczne, powodując katastrofalne użycie DPS. Dolne węzły wskazują trzy przypadki, które muszą być prawdziwe, aby SI mogła się rozwinąć, oraz kolejne trzy przypadki, które muszą zaistnieć, aby działania SSI były niebezpieczne. Pełny model zawiera dodatkowe warstwy, które nie zostały pokazane na rysunku. Więcej szczegółów można znaleźć w Barrett i Baum (2017a)

Roszczenie zdolności jest często formułowane jako możliwość osiągnięcia przez SI decydującej przewagi strategicznej (DPS). Pojęcie DPS było przyjmowane domyślnie w wielu wcześniejszych pracach, a koncepcja ta została po raz pierwszy wyraźnie zdefiniowana przez Bostroma (2014, s. 78) jako „poziom technologicznych i innych korzyści wystarczających, aby umożliwić [SI] osiągnięcie pełnej dominacji nad światem”.

Jednakże założenie, że SI osiągnie DPS wydaje się niepotrzebnie silną formą roszczenia zdolności, ponieważ SI może spowodować katastrofę niezależnie od niego. Rozważmy na przykład scenariusz, w którym SI rozpoczyna atak obliczony na zniszczenie ludzkiej cywilizacji. Jeśli SI udałoby się zniszczyć ludzkość lub jej dużą część, ale w rezultacie sama SI również zostałaby zniszczona, to nie liczyłoby się to jako DPS, jak pierwotnie zdefiniowano. Trudno jednak zaprzeczyć, że wynik taki należy jednak uznać za katastrofę.

Z tego powodu rozdział ten koncentruje się na sytuacjach, w których SI osiąga przynajmniej znaczną przewagę strategiczną (ZPS), którą określamy jako „poziom technologiczny i inne korzyści

wystarczające, aby stanowić katastrofalne ryzyko dla społeczeństwa ludzkiego”. Katastrofalne ryzyko to takie, które może spowodować poważne szkody dla dobrobytu ludzi w skali globalnej i spowodować 10 milionów lub więcej ofiar śmiertelnych (Bostrom i Ćirković, 2008).

Oprócz oczywistych przyczyn chęci uniknięcia katastroficznego ryzyka spowodowanego przez SI, zauważamy, że zniszczenia na szeroką skalę mogą przyczynić się do globalnych zawirowań (Bostrom i in., 2016), sytuacji, w której istniejące instytucje byłyby zagrożone, a koordynacja i długoterminowe planowanie stałyby się także trudniejsze. Globalne turbulencje mogłyby następnie przyczynić się do kolejnego niekontrolowanego projektu SI, który zawiódłby jeszcze bardziej katastrofalnie i spowodowałby jeszcze większe szkody. Zatem to, co pierwotnie było jedynie katastroficznym ryzykiem, może przyczynić się do dalszego rozwoju ryzyka egzystencjalnego (Bostrom, 2002, 2013, Sotala i Gloor, 2017).

Znaczna część istniejącej literatury na temat bezpieczeństwa SI koncentruje się na badaniu scenariuszy, w których SI osiąga DPS, oraz na analizie warunków do tego prowadzących. Jest to pod

reklama



## Oto STAUFF Polska

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

Systemy Mocowania



Systemy Pomiarowe



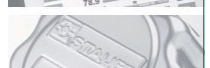
Technika Filtracji



Diagtronics



Akcesoria Hydrauliczne



Zawory Kulowe



Złącza Hydrauliczne



**NOWOŚĆ!**  
STAUFF  
Connect

Technologia Złączy Rurowych  
od STAUFF



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

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

wieloma względami rozsądna strategia, ponieważ jeśli bylibyśmy w stanie poradzić sobie z SI, która mogłaby osiągnąć DPS, to najprawdopodobniej bylibyśmy również w stanie poradzić sobie z SI, która mogłaby osiągnąć ZPS, zakładając, że silniejsza SI jest konserwatywnym założeniem (Yudkowsky, 2001). Jednak ta strategia ma tę wadę, że może sprawiać wrażenie, że znaczna część analizy bezpieczeństwa SI jest nieistotna, jeśli okaże się, że możliwość uzyskania DPS przez SI jest wyjątkowo nieprawdopodobne. Niektóre mechanizmy obronne mogą być również wystarczające, aby uniemożliwić SI uzyskanie DPS, ale nie są wystarczające, aby zapobiec uzyskaniu ZPS.

### 3. Kiedy zostaną podjęte działania przeciwko przewadze strategicznej?

SI, która jest w stanie wyrządzić znaczne szkody dobrobytowi ludzi, jest szczególnie groźna, gdy ma do tego motywację<sup>3</sup>. Istnieje również możliwość, że SI zamierzająca współpracować z ludzkością może spowodować szkody przez przypadek, wykracza to jednak poza zakres niniejszej analizy. Pomimo że pełna analiza rozszczenia wartości wykracza poza zakres tego rozdziału, to nie można jej całkowicie odseparować od rozszczenia zdolności, ponieważ wartości SI wpływają również na próg zdolności, przy którym racjonalne staje się dla niej działanie przeciwko ludzkości. Jak omówiono, niektóre wartości i sytuacje zwiększają prawdopodobieństwo podjęcia wrogich działań przez SI, nawet jeśli ma niewielkie możliwości.

Dwa główne powody, dla których SI może podjąć działania powodujące szkody dla ludzkości, to:

- Szkodziłaby ludzkości w dążeniu do celu, który neguje ludzkie dobro, na przykład przez rozebranie ludzkich miast w poszukiwaniu surowców. „SI ani cię nie nienawidzi, ani cię nie kocha, ale jesteś zbudowany z atomów, które może wykorzystać do czegoś innego” (Yudkowsky, 2008a, s. 333).
- Może oczekiwać, że ludzie podejmą działania przeciwko niej, co uniemożliwiłoby jej osiągnięcie celów, dlatego może podjąć działania w ich

obronie, przeprowadzając atak zapobiegawczy. Byłoby to racjonalnym działaniem, ponieważ pozwoliłoby SI faktycznie zrealizować jej cele (Omond, 2007, 2008). Mogłoby się tak zdarzyć nawet wtedy, gdyby SI miała cel uwzględniający elementy ludzkiego dobrobytu, jeśli tylko SI znalazłaby powody, by sądzić, że ludzie mimo wszystko sprzeciwiają się realizacji tego celu<sup>4</sup>.

Dokładne cele, jakie ma SI, wpływają na poziom zdolności, których potrzebuje do tego, by wrogię ludziom działania uznać za racjonalną strategię. SI, która troszczy się głównie o jakiś mocno sprecyzowany cel, może chcieć zniszczyć ludzką cywilizację, aby mieć pewność, że potencjalne zagrożenie tego celu zostanie wyeliminowane. Dzięki temu SI mogłaby kontynuować realizację swojego celu bez przeszkód. Jednak SI, która zostałaby zaprogramowana tak, aby maksymalizować coś takiego jak „szczęście obecnie żyjących ludzi”, mogłaby być znacznie mniej skłonna zaryzykować znaczną liczbę ofiar śmiertelnych<sup>5</sup>. Zmusiłoby to ją do skupienia się na mniej niszczycielskich metodach przejmowania potencjalnie wymagających bardziej wyrafinowanych umiejętności.

W rezultacie wartości SI określają poziom zdolności, jaki musi mieć, aby wrogię działanie było wykonalną strategią. W uproszczonym modelu (Shulman, 2010) SI uważająca, że zainicjowanie agresywnych działań ma prawdopodobieństwo odniesienia sukcesu  $P$  oraz oczekiwaną użyteczność  $UE(\text{Sukces})$ , jeśli się powiedzie,  $UE(\text{Niepowodzenie})$ , jeśli się nie powiedzie, i  $UE(\text{Współpraca})$ , jeśli zaprzestanie agresji i nadal będzie współpracować, racjonalnie zainicjuje agresję, jeśli:

$$P \times UE(\text{Sukces}) + (1 - P) \times UE(\text{Niepowodzenie}) > UE(\text{Współpraca}).$$

Można to uznać za sugestię, że SI przeprowadziłaby atak przede wszystkim wtedy, gdyby miała DPS lub myślała, że może ją zdobyć, a tym samym ustanowić dominację nad ludźmi. Jednak nawet SI z tylko ZSA może podjąć wrogię działania, stosując środki, takie jak wymuszenie i groźby wyrządzenia bardziej

ograniczonych szkód, w celu zdobycia większej ilości zasobów lub skierowania świata w bardziej sprzyjającym kierunku.

Między innymi może się to zdarzyć:

- Jeśli SI nabrałaby tempa we własnym rozwoju, uzyskując tym samym zdolność do autonomicznego działania i wierzyła, że nie można jej wysledzić (zobacz części od „Wyzwanie techniczne” do „Dobrowolne uwolnienie z desperacji”, gdzie omówiono sposoby, w jakie SI może uzyskać swobodę lub zostać dobrowolnie uwolniona przez jej twórców).
- Gdyby SI miała sojuszników, którzy chroniliby ją przed odwetem (zobacz część „Inicjator ZPS: kluczowe zdolności”, gdzie zamieszczono informacje na temat umiejętności manipulacji społecznych oraz część „Wyzwanie społeczne”, aby dowiedzieć się, w jaki sposób autonomiczna SI może pozyskać ludzkich sojuszników).
- Jeśli SI kontrolowałaby ludzką organizację, której nie można zaatakować bez olbrzymich, postronnych zniszczeń (zobacz części „Inicjator DPS/ ZPS: SI stopniowo przejmuje władzę” oraz „SI pozostaje ograniczona, jednak ostatecznie przejmuje kontrolę”, gdzie opisano przejście kontroli nad ludzką organizacją).
- Gdyby istniały już silniejsze systemy SI podejmujące działania, a SI uznałaby siebie za zbyt mało wartą odwetu (zobacz część „Uwagi na temat pojedynczej i licznej SI”, gdzie omówiono liczną SI).

Niezależnie od skali agresji na zachowanie SI wpływają również różne inne czynniki sytuacyjne. Na przykład SI może nie być skłonna do powodowania szkód, ponieważ mogłaby pomyśleć, że spowoduje to zbyt wiele szkód ubocznych wobec rzeczy, które ceni, ponieważ nie uważałaby się za zdolną do przetrwania wynikającego z jej działań odwetu lub ponieważ oszacowałaby, że wynikające z takiej agresji szkody w infrastrukturze pozbawiłyby ją zasobów (takich jak elektryczność, potrzebnych do jej przetrwania).

Ataki różnią się także zakresem, w jakim można je selektywnie zastosować. Tradycyjna broń palna może być wycelowana wybiórczo, podczas



**Tabela 1.** Czynniki zwiększające prawdopodobieństwo, że SI będzie działać wbrew ludzkim interesom

Czynniki zwiększające prawdopodobieństwo ataku	Czynniki zmniejszające prawdopodobieństwo ataku
Wysokie subiektywne prawdopodobieństwo sukcesu lub oczekiwanie niewielkiego odwetu w przypadku niepowodzenia	Niskie subiektywne prawdopodobieństwo sukcesu i oczekiwanie późniejszego odwetu
Ochrona przed odwetem przez sojuszników lub kontrolą potężnej organizacji	Niechęć do utraty sojuszników lub kontroli nad organizacją z powodu odwetu
Cel, który nie uwzględnia obecnie żyjących ludzi	Cel, który ceni obecnie żyjących ludzi <sup>a</sup>
Możliwość ukrycia się przed odwetem	Brak możliwości przemieszczania lub ukrycia się przed działaniami odwetowymi
Możliwość przeprowadzania ataków, które pozwalają uniknąć uszkodzenia kluczowej infrastruktury lub innych cennych celów	Możliwość przeprowadzania tylko masowych ataków
Ryzyko zbliżającego się zniszczenia	Łatwo satysfakcjonujące lub trywialne wartości
Zaawansowana zdolność do budowy lub przebudowy infrastruktury	Cele o niskim wpływie
Wysoki poziom istniejącej automatyzacji zmniejszający zależność od pracowników	
Istnienie innych SI, które mogą pierwsze uzyskać DPS	
Irracjonalność	Irracjonalność

<sup>a</sup> W zależności od stopnia, w jakim obecnie żyjący ludzie są ceni: „schwytaj, nie zabijaj” może być implikowane przez niektóre pozornie korzystne cele (Williamson, 1947), aczkolwiek nawet cele, które „tylko” zabraniają ludzkiej śmierci są trudniejsze do osiągnięcia niż cele, które pozwalają na więcej szkód ubocznych.

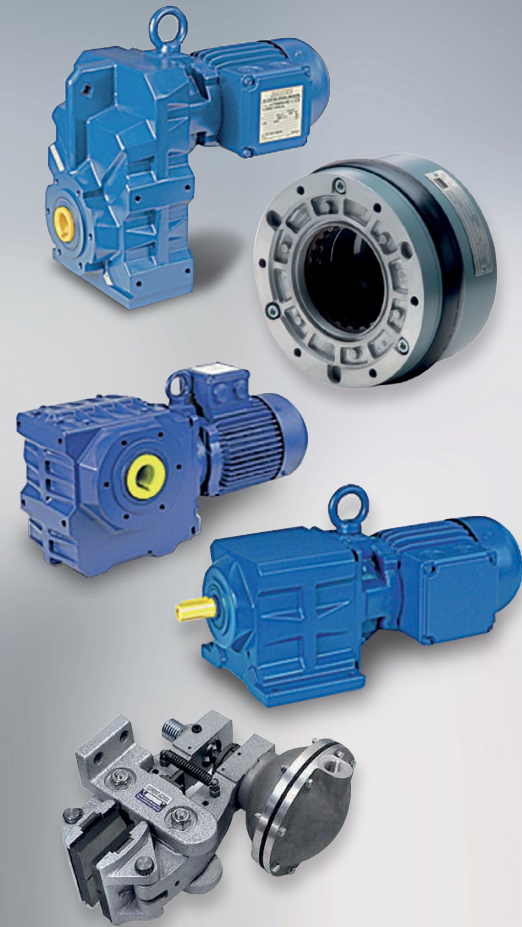
gdy pandemicznie potencjalnie zagrażają wszystkim przedstawicielom gatunku. W zakresie, w jakim SI musi polegać na ludzkiej gospodarce, która wytwarza zasoby potrzebne do przetrwania SI, ataki zagrażające gospodarce również zagrażają zasobom SI. Zasoby te są w pewnym sensie dzielone pomiędzy SI i ludzkość, tak więc wszelkie ataki, które powodują masowe uszkodzenia tych zasobów, są niebezpieczne dla obu stron. Im bardziej SI może projektować ataki selektywnie pozbawiające przeciwników zasobów, tym niższy jest próg ich wykorzystania. Bardziej zaawansowane możliwości przebudowy infrastruktury pozwoliłyby SI na przeprowadzenie bardziej masowego ataku. SI, która była w stanie zbudować bardziej zaawansowaną infrastrukturę niż obecnie istniejąca, mogłaby zlekceważyć uszkodzenia obecnej infrastruktury, jeśli i tak planowałaby zburzyć jej większość.

Bilans tych kalkulacji mógłby zostać przesunięty, gdyby SI myślała, że grozi jej zniszczenie przez ludzi, nawet gdyby współpracowała (obniżając oczekiwaną użyteczność współpracy). Samozachowawczość jest instrumentalnym celem wielu różnych wartości, ponieważ

istniejący agent jest bardziej zdolny do promowania większości wartości niż agent, który nie istnieje (Omohundro, 2007, 2008, Bostrom, 2012)<sup>6</sup>. SI, która znalazłaby się w bezpośrednim niebezpieczeństwie zniszczenia, mogłaby racjonalnie zainicjować kontratak, ryzykując nawet duże zniszczenia, o ile oszacowałaby, że oczekiwana wartość scenariusza, w którym kontratak umożliwiłby jej przetrwanie i promowanie jej wartości, przewyższałaby szkody spowodowane przez taki kontratak. Byłoby to szczególnie przekonującym czynnikiem motywującym, gdyby SI miała idiosyncraticzne wartości, które jej zdaniem z małym prawdopodobieństwem byłyby promowane przez innych agentów. Gdyby istniało wiele projektów SI i SI uwierzyłyby, że jeden z innych projektów może pierwszy uzyskać DPS, to byłby to wystarczający powód, by zaryzykować wcześniejszy atak (zobacz część „Uwagi na temat pojedynczej i licznej SI”, gdzie zawarto opis licznej SI). Pojawiły się również propozycje zaprojektowania wartości SI w sposób, który wyraźnie obniża wartość wrogiego działania<sup>7</sup>.

W powyższej analizie założono, że SI wybiera swoje działania racjonalnie.

## Razem możemy osiągnąć więcej!



### Oferujemy sprzedaż oraz serwis dla:

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

### Nowość w ofercie

- POMIARY WIBROAKUSTYCZNE
- POMIARY TERMOWIZYJNE
- POMIARY OCHRONNE



STEINLEN Polska Sp. z o.o.

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



Irracjonalność może wydawać się czymś, co uniemożliwiłoby SI uzyskanie bardzo dużych zdolności, jednak, podobnie jak ludzie, SI mogłaby być pod niektórymi względami racjonalna, a pod innymi nieracjonalna. Dla SI może być również racjonalne podjęcie działań pozornie nieracjonalnych, na przykład poprzez irracjonalne ignorowanie zagrożeń, tak aby inni uważali próby zagrożenia jej za mniej opłacalne (Parfit, 1984, część 5). Główną kwestią wynikającą z potencjalnej nieracjonalności jest to, że nie można po prostu polegać na tym, że SI nie spowoduje uszkodzeń, nawet jeśli byłby to racjonalny sposób jej zachowania. Oczywiście nieracjonalność może również spowodować, że SI uniknie wyrządzania szkód w sytuacji, gdyby było to racjonalne (tabela 1).

#### 4. Inicjatorzy katastroficznych zdolności

W tej części rozważono cztery ogólne scenariusze, według których SI mogłaby uzyskać DPS lub ZPS: scenariusze indywidualnego wejścia w życie z jego trzema głównymi podtypami, scenariusze zbiorowego wejścia w życie, scenariusze stopniowego przejścia kontroli przez systemy SI oraz scenariusze, kiedy SI staje się wystarczająco dobra w niektórych kluczowych możliwościach i uzyskuje ZPS lub DPS.

Na prawdopodobieństwo sukcesu lub porażki każdego z tych scenariuszy wpływa również to, jaką zdolnością do współpracy wykazują się ludzie. Pomimo że możliwe są scenariusze, w których SI staje się całkowicie samodzielna i musi uniemożliwić twórcom jej wyłączenie, to istnieje również wiele możliwych scenariuszy omówionych w części „SI uzyskuje zdolność do samodzielnego działania”, w których SI uzyskuje częściową lub pełną współpracę swoich twórców, przynajmniej do pewnego momentu. Taki rozwój wydarzeń wpłynąłby na prawdopodobieństwo spełnienia się każdego z poniższych scenariuszy. Scenariusz, w którym prototypowa SI musi unikać jej zamknięcia przez programistów, różni się bardzo od scenariusza, w którym programiści są pewni, że SI jest bezpieczna i dobrowolnie pomagają jej gwałtownie się rozwinąć, szczególnie jeśli mają do

dyspozycji zasoby dużej korporacji lub państwa.

#### Inicjatorzy DPS: scenariusze wejścia w życie

„Odejście” (Bugaj i Goertzel, 2007) to proces, w którym SI staje się znacznie bardziej zdolna niż ludzkość. W przypadku łagodnego wejścia w życie dzieje się to stopniowo w czasie, co pozwala na ciągłą interakcję człowieka, podczas gdy w przypadku gwałtownego wejścia w życie po przekroczeniu pewnego etapu SI bardzo szybko zwiększa swoje zdolności, wyrywając się ze skutecznej kontroli człowieka.

Warto zauważyć, że w przypadku gwałtownego wejścia w życie nie zakłada się, że SI stanie się bardzo zdolna natychmiast po stworzeniu (jednak moment jej utworzenia jest określony). Scenariusz gwałtownego wejścia w życie może obejmować wydłużony okres stopniowego rozwoju, aż do osiągnięcia pewnego kluczowego poziomu zdolności, od którego SI gwałtownie się rozwija.

Wiele wcześniejszych dyskusji (np. Yudkowsky, 2008a, Bostrom, 2014, Sotala, 2017) koncentrowało się na analizie możliwości gwałtownego wejścia w życie. Chociaż nie jest to jedyny możliwy scenariusz, w którym SI może stać się zdolna, to jest to scenariusz, który pozostawia najmniej możliwości przeciwdziałania złemu rozwojowi zdarzeń.

Mając na uwadze, że nadmierne skupienie się na scenariuszach gwałtownego wejścia w życie może zamaskować fakt, że nie jest on konieczny do tego, aby SI mogła uzyskać ZPS lub DPS, najpierw rozważymy scenariusze gwałtownego wejścia w życie, a następnie inne czynniki inicjujące.

#### Inicjator DPS: indywidualne wejście w życie

„Indywidualne wejście w życie” to takie, w którym pojedyncza SI staje się tak potężna, że całkowicie dominuje ludzkość. W literaturze zaproponowano trzy ogólne ścieżki prowadzące do takiego scenariusza: nadwyżka sprzętowa („więcej SI”), eksplozja prędkości („szybsza SI”) i eksplozja inteligencji („inteligentniejsza SI”) (Sotala i Yampolskiy, 2015).

Bostrom (2014) omówił je w kategoriach odpowiednio superinteligencji kolektywnej, szybkiej superinteligencji i jakościowej superinteligencji. Należy zauważyć, że ścieżki te nie wykluczają się wzajemnie i wręcz przeciwnie, każda z nich może przyczynić się do rozwoju drugiej.

#### Nadwyżka sprzętowa

W scenariuszu nadwyżki sprzętowej (Yudkowsky, 2008b, Shulman i Sandberg, 2010) sprzęt rozwija się szybciej niż oprogramowanie, dzięki czemu mogą zaistnieć komputery o większej mocy obliczeniowej niż ludzki mózg, jednak bez możliwości efektywnego wykorzystania całej tej mocy. Gdyby jednak ktoś opracował algorytm ogólnej inteligencji mogącej efektywnie wykorzystywać taki sprzęt, to nagle mogłoby pojawić się mnóstwo taniego sprzętu, który mógłby zostać wykorzystany do uruchamiania tysięcy lub milionów kopii SI. Taka liczna SI mogłaby, ale i nie musiałaby być superinteligentna, jednak sama ich liczba pozwoliłaby SI na prowadzenie skoordynowanych operacji na masową skalę. Gdyby pojedyncza SI wykorzystwała ten potencjał do wytworzenia dużej liczby swoich kopii lub subagentów, to umożliwiłoby to jej indywidualne wejście w życie<sup>8</sup>. W przeciwnym razie stanowiłoby to zbiorowe wejście w życie, jak omówiono to poniżej.

Nadwyżka sprzętowa może się faktycznie wydarzyć, nawet jeśli SI byłaby początkowo ograniczona sprzętowo: pierwsze jednostki SI mogą wymagać dużej ilości sprzętu, jednak dalsze optymalizacje szybko mogą obniżyć wymagania sprzętowe. Patrząc na ostatnie postępy w rozwoju SI, początkowe podejście do nauki gier Atari 2600 (Mnih i in., 2015) wykorzystywało specjalistyczny sprzęt w postaci GPU, jednak dopiero rok później wydano alternatywne podejście, w którym wykorzystano standardowy procesor i osiągnięto lepsze wyniki przy użyciu krótszego czasu uczenia (Mnih i in., 2016). Oprócz sugestii, że optymalizacje oprogramowania mogą szybko zwiększyć liczbę możliwych do uruchomienia kopii SI, to także fakt poprawy szybkości i wydajności podkreśla możliwość

wystąpienia scenariusza nadwyżki sprzętowej, który jednocześnie przyczynia się do możliwości wystąpienia scenariuszy eksplozji prędkości i eksplozji inteligencji, jak omówiono poniżej.

**Eksplozja prędkości**

W scenariuszu eksplozji prędkości (Solomonoff, 1985, Yudkowsky, 1996, Chalmers, 2010) inteligentne maszyny projektują coraz szybsze maszyny. Nadwyżka sprzętowa może się przyczynić do eksplozji prędkości, nie jest jednak ona warunkiem koniecznym. SI działająca w tempie człowieka mogłaby opracować sprzęt drugiej generacji, na którym mogłaby działać w znacznie szybszym tempie niż ludzkie myśli. Opracowanie sprzętu kolejnej, trzeciej generacji wymagałoby zatem krótszego czasu i umożliwiłoby SI działać jeszcze szybciej niż poprzednia generacja i tak dalej. W pewnym momencie proces dotarłby do fizycznych granic i zatrzymałby się, jednak do tego czasu sztuczna inteligencja mogłaby wykonać większość zadań w znacznie szybszym tempie niż ludzie, osiągając w ten sposób dominację. Zasadniczo można to również osiągnąć za pomocą ulepszonego oprogramowania, jak to wcześniej omówiono.

Stopień, w jakim SI potrzebuje ludzi do wyprodukowania lepszego sprzętu, ogranicza tempo eksplozji prędkości, tak więc szybka eksplozja prędkości

wymaga zdolności do automatyzacji dużej części procesu produkcji sprzętu. Jednak ten rodzaj automatyzacji może zostać osiągnięty do czasu opracowania SI. Im większa automatyzacja, tym szybciej może nastąpić zdobycie dominacji przez SI.

Jeśli poziom bezpieczeństwa sprzętu byłby dobry, to scenariusze eksplozji szybkości, w których SI włamuje się do systemów produkcyjnych i przejmuje nad nimi kontrolę, stają się mniej prawdopodobne. Z drugiej strony istnieją możliwe ścieżki, omówione w części „SI uzyskuje zdolność do samodzielnego działania”, w których SI uzyskuje prawowitą kontrolę nad różnymi zasobami. Zapewnienie odpowiedniej kontroli bezpieczeństwa zautomatyzowanym fabrykom nie byłoby pomocne, jeśli byłyby one kierowane przez SI lub jeśli SI mogłaby uzyskać do nich dostęp na otwartym rynku i miałyby na ten cel wystarczającą ilość środków.

Eksplozja prędkości może również przyczynić się do zaistnienia nadwyżki sprzętowej i eksplozji inteligencji, umożliwiając znalezienie bardziej wydajnych lub w inny sposób lepszych algorytmów w krótszym czasie.

**Eksplozja inteligencji**

Podczas eksplozji inteligencji (Dobry, 1965, Chalmers, 2010, Bostrom, 2014) SI wymyśla, jak stworzyć jakościowo

inteligentniejszą SI i następnie ta inteligentniejsza SI wykorzystuje swoją zwiększoną inteligencję do stworzenia jeszcze bardziej inteligentnej SI i tak dalej. W ten sposób ludzka inteligencja pozostałaby daleko w tyle, a maszyny osiągnęłyby dominację.

W wielu dziedzinach istnieją granice przewidywania na podstawie eksplozji kombinatorycznych, które wynikają z próby prognozowania coraz bardziej w przyszłość. Na przykład w modelowaniu prognozy pogody można uzyskać dostęp tylko do ograniczonej liczby wstępnych obserwacji w odniesieniu do liczby stopni swobody systemu przewidywania pogody (Buizza, 2002). Jednak, nawet jeśli superinteligentna SI nie byłaby w stanie dokładnie przewidzieć każdego przyszłego zdarzenia, to nadal mogłaby zareagować na to zdarzenie i przewidzieć jego prawdopodobne konsekwencje lepiej niż ludzie. Tetlock i Gardner (2015) dokonali przeglądu i omówili zdolność niektórych ludzkich prognostów („superprognostów”) do przewidywania wydarzeń na świecie ze znaczną dokładnością. Na temat nieprzewidywalnych wydarzeń zwanych „czarnymi łabędziami” (Taleb, 2007) Tetlock i Gardner (2015, Kindle lok. 3614) piszą:

Możemy nie mieć żadnych dowodów na to, że superprognosty mogą przewidzieć wydarzenia takie jak te z 11 września 2001.

reklama

**NOWIMEX®**

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

- VAHLE** – Systemy zasilania ruchomych odbiorników prądu.
- SCHLEGEL** – Tablicowy osprzęt sterowniczo-sygnalizacyjny.
- LEAB** – Systemy zasilania pojazdów ratowniczych, pożarniczych i medycznych w prąd i sprężone powietrze.
- TEXELCO** – Sygnalizatory świetlne i dźwiękowe.
- HUGRO** – Dławice do kabli.
- BREVETTI** – Tworzywowe i stalowe prowadniki kabli.
- CATTRON** – Przemysłowe systemy zdalnego sterowania radiowego.
- MICRO DETECTORS** – Szeroka gama czujników.
- MARECHAL** – Wtykowe złącza przemysłowe i dekontaktory (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).

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



Istnieje jednak cały szereg dowodów na to, że mogą prognozować pytania, takie jak: czy Stany Zjednoczone zagrożą działaniami wojskowymi, jeśli talibowie nie przekażą Osamy bin Ladena? Czy talibowie zgodzą się na to? Czy bin Laden ucieknie z Afganistanu przed inwazją? W zakresie, w jakim takie prognozy mogą przewidzieć konsekwencje wydarzeń podobnych do tych z 11 września, a konsekwencje takie sprawiają, że czarny łabędź jest tym, czym jest, to możemy przewidzieć wystąpienie czarnych łabędzi.

Sotala (2017), na podstawie przeglądu literatury na temat ludzkiej wiedzy i inteligencji, stwierdza, że u ludzi wiedza specjalistyczna opiera się na rozwijaniu wyobrażeń mentalnych, które pozwalają ekspertom zrozumieć różne sytuacje i albo natychmiast poznać odpowiednie działania w danej sytuacji, albo przeprowadzić mentalną symulację tego, jak może się rozwinąć taka sytuacja i jaka powinna być na nią reakcja. Taką wiedzę specjalistyczną zapewnia połączenie dwóch umiejętności: rozpoznawania wzorców i symulacji mentalnej.

Sotala (2017) twierdzi, że SI mogłyby usprawnić obie umiejętności. Zdolność nadludzkiej symulacji mentalnej można osiągnąć przez połączenie wykonywania bardziej złożonych symulacji z uwzględnieniem większej liczby czynników, a także poprzez wykorzystanie kilku strumieni uwagi, które mogłyby badać wiele alternatywnych metod równolegle, jednocześnie analizując wiele różnych perspektyw i czynników przyczynowych. Przeprowadzanie dokładnych symulacji mentalnych wymagałoby również dobrej reprezentacji mentalnej w celu utworzenia podstawowych elementów składowych symulacji. Wśród ludzi istnieją różnice poznawcze, które pozwalają niektórym ludziom uczyć się i uzyskiwać dokładne reprezentacje mentalne szybciej niż inni i wydaje się, że sprowadzają się one do takich czynników, jak pojemność pamięci roboczej, kontrola uwagi i pamięć długoterminowa. Czynniki te można udoskonalić przez połączenie ulepszeń sprzętowych i teoretycznej informatyki. Wydaje się, że u ludzi ulepszenie inteligencji zapewnia dodatkowe korzyści w całym udokumentowanym

zakresie różnic inteligencji i wydaje się prawdopodobne, że różne ograniczenia ewolucyjne przyczyniły się do ograniczenia rozwoju ludzkiej inteligencji znacznie poniżej teoretycznego maksimum. W odniesieniu do ograniczeń prognozowania wynikających z wewnętrznej niepewności świata, Sotala (2017, s. 12) uznaje istnienie takich ograniczeń, jednak twierdzi, że:

wygląda na to, że chociaż system SI od samego początku nie byłby w stanie stworzyć jednego superplanu podboju świata, to wciąż miałyby nadludzką zdolność adaptacji i uczenia się na podstawie zmieniających się i nowatorskich sytuacji oraz reagowania na nie szybciej niż ludzie przeciwnicy. Analogicznie, eksperci grający w większość gier nie są w stanie obliczyć zwycięskiej strategii już od pierwszego ruchu, jednak nadal mogą reagować i dostosowywać się do zmieniającej się sytuacji gry lepiej niż nowicjusz, co pozwala im wygrać.

Eksplozja inteligencji może również przyczynić się do wystąpienia eksplozji prędkości i nadwyżki sprzętowej, jeśli zwiększona inteligencja SI umożliwiłaby jej znalezienie algorytmów, które byłyby najbardziej wydajne pod względem możliwości uruchomienia większej liczby systemów SI z tym samym sprzętem (nadwyżka sprzętowa) lub możliwości szybszego uruchomienia (eksplozja prędkości).

### *Inicjator DPS: zbiorowe wejście w życie handlującej SI*

Vinding (2016), a także Hanson i Yudkowsky (2013) argumentują, że duża część pozornie indywidualnej ludzkiej inteligencji w rzeczywistości opiera się na możliwości korzystania z rozproszonych zasobów całej ludzkości, zarówno tych materialnych, jak i poznawczych. Z tego powodu błędem może być skupienie się na punkcie, w którym SI osiągają inteligencję na poziomie ludzkim, ponieważ inteligencja zbiorowa jest ważniejsza niż inteligencja indywidualna. Najłatwiejszym dla SI sposobem na osiągnięcie poziomu zdolności porównywalnego z ludzkim byłaby współpraca ze społeczeństwem ludzkim i pokojowe wykorzystanie jego zasobów.

Hall (2008) podobnie zauważa, że nawet gdy pojedyncza SI dokona samodoskonalenia, na przykład opracowując lepsze modele kognitywistyki w celu ulepszenia swojego oprogramowania, to reszta gospodarki również będzie rozwijać takie lepsze modele. Z tego powodu dla SI korzystniejsze jest skupienie się na ulepszaniu wszystkiego, w czym jest najlepsza, i kontynuowanie handlu z resztą gospodarki oraz kupowanie tych rzeczy, w których reszta gospodarki jest lepsza od niej.

Jednak Hall zauważa, że nadal może nastąpić gwałtowne wejście w życie SI w momencie, gdy wystarczająca liczba kopii SI zostanie połączona w sieć. SI, która myśli szybciej niż ludzie, może się ze sobą komunikować i dzielić się spostrzeżeniami znacznie szybciej, niż może to robić z ludźmi. W rezultacie dla SI zawsze byłoby lepiej handlować i współpracować z innymi SI niż z ludźmi. Wielkość gospodarki SI może rosnąć dość szybko, a Hall (s. 464) sugeruje scenariusz: „od [...] 30 000 równoważników ludzkich na początku do około 5 miliardów równoważników ludzkich dekadę później”. Nawet więc jeśli żadna pojedyncza SI nie mogłaby sama osiągnąć DPS, to wspólna społeczność SI mogłaby ją osiągnąć, ponieważ taka społeczność rozwinęła się tak, aby była zdolna do wszystkiego, co ludzie byli w stanie osiągnąć<sup>9</sup>.

### **Inicjator DPS/ZPS: SI stopniowo przejmuję władzę**

Historycznym trendem było zautomatyzowanie wszystkiego, co można było zautomatyzować zarówno w celu zmniejszenia kosztów, jak i dlatego, że maszyny mogą robić rzeczy lepiej niż ludzie. Każda firma mogłaby potencjalnie lepiej funkcjonować, gdyby była prowadzona przez umysł, który został specjalnie zaprojektowany do prowadzenia danej firmy, włącznie z zastąpieniem wszystkich pracowników jednym lub większą liczbą takich umysłów. SI może myśleć szybciej i mądrzej, radzić sobie z większą ilością informacji naraz i pracować w jednym celu, zamiast osłabiać swoją efektywność przez politykę biurową, która nęka każdą dużą organizację. Niektóre szacunki już sugerują, że połowa



zadań, za które ludzie są wynagradzani jest podatna na automatyzację przy użyciu technik współczesnego uczenia maszynowego i robotyki, nawet bez wprowadzania SI z ogólną inteligencją (Frey i Osborne, 2013, Manyika i in., 2017).

Tendencja do automatyzacji trwała przez całą historię, nie wykazuje żadnych oznak słabnięcia i nieodłącznie wiąże się z udzielaniem systemom SI dowolnych, potrzebnych możliwości, tak aby mogła lepiej zarządzać firmą. Istnieje ryzyko, że systemy SI, które początkowo były proste i miały ograniczoną inteligencję, będą stopniowo zdobywały coraz większą moc i odpowiedzialność, w miarę jak będą się uczyły i będą ulepszane, dopóki znaczna część społeczeństwa nie znajdzie się pod kontrolą SI.

#### Inicjator ZPS: kluczowe możliwości

W przypadku omawiania ZPS kluczową kwestią jest próg zdolności

wystarczający do zadania katastroficznych szkód. SI mogłyby być katastrofalnym ryzykiem, gdyby jej zdolności ofensywne w niektórych kluczowych dziedzinach były wystarczające do pokonania istniejącej obrony.

Jak krótko omówiono to w części „Kiedy zostaną podjęte działania przeciwko przewadze strategicznej?”, zakładając, że SI byłaby racjonalna, to wybór spowodowania takich szkód wymagałby rozsądnego motywu. Jednak podobnie jak w przypadku ludzi, może istnieć szereg motywów, które uczynią rozsądną strategią wrogie działania, takie jak wymuszenie, chęć pomocy sojusznikowi lub atak uprzedzający przeciwko innej SI lub grupie mogącej uzyskać DPS. W zależności od celów i od tego, czy SI miałyby sojuszników, przeprowadzenie ataku możliwego ze względu na kluczowe zdolności może wymagać posiadania dodatkowych możliwości, takich jak odbudowa po

zniszczeniu kluczowej infrastruktury.

Należy zauważyć, że powodowanie katastrofalnych uszkodzeń prawdopodobnie nawet nie wymaga nadludzkich zdolności (Torres, 2016, 2017, rozdz. 4). Na przykład wydaje się możliwe, że wystarczająco zdeterminowany ludzki napastnik mógłby obecnie spowodować poważne szkody w społeczeństwie przez wojnę elektroniczną. Chociaż nie odnotowano jeszcze cyberataków, które mogłyby bezpośrednio przyczynić się do śmierci, to kilka z nich spowodowało szkody fizyczne lub zakłócenia w działaniu służb ratunkowych. W maju 2017 roku ogłoszono, że robak ransomware „WannaCry” zainfekował ponad 230 000 komputerów w ponad 150 krajach (Ehrenfeld, 2017), powodując zakłócenie działania kluczowych usług, takich jak opieka zdrowotna (Gayle i in., 2017). W 2016 roku ogłoszono, że trzy podstacje w ukraińskiej sieci energetycznej zostały odłączone w wyniku ataku

reklama



## ROZWIĄZANIA DLA TECHNIKI MOBILNEJ

### Zawory nabożowe Hydac do maszyn mobilnych

#### o Szeroki program zaworów:

- o ciśnieniowych
- o sterujących przepływem
- o hamujących i zwrotnych
- o elektrycznych on/off: suwakowych i gniazdowych
- o proporcjonalnych

Zakres przepływów: do 400 l/min

Zakres ciśnień: do 500 bar

Obszerna baza korpusów i płyt zaworowych

Precyzyjne i oszczędne pod względem energetycznym

Wszystostronny program produktów do realizacji najbardziej zaawansowanych funkcji w maszynie



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

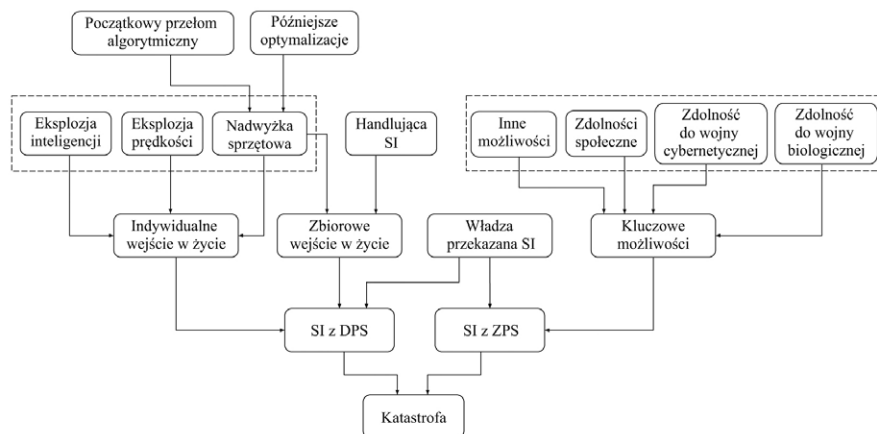


złośliwego oprogramowania, pozostawiając bez prądu około połowę domów w regionie zamieszkałym przez około 1,3 miliona mieszkańców (Goodin, 2016). Stworzony kiedyś robak Stuxnet również został skierowany przeciwko fizycznemu celowi, jakim były wirówki przemysłowe, które zostały skutecznie uszkodzone (Chen i Abu-Nimeh, 2011). W licznych przeprowadzonych badaniach wykazano, że ogromna liczba przemysłowych systemów kontroli, nadzorujących operacje w bankach i szpitalach, jest podłączona bezpośrednio do internetu bez jakiegokolwiek ochrony (Kiravuo i in., 2015).

Broń nuklearna posiadana przez USA i Rosję prawdopodobnie już teraz mogłaby zabić większość ludzkości. Związek Radziecki prowadził również szeroko zakrojony program rozwoju broni biologicznej, z roczną zdolnością produkcyjną wynoszącą około 90–100 ton zmodyfikowanego wirusa prawdziwej ospy, a także genetycznie opracowanymi chorobami odpornymi na ciepło, zimno i antybiotyki (USAMRIID, 2014), które mogły spowodować ogromne liczby ofiar śmiertelnych w przypadku ich użycia. Rozwój inżynierii genetycznej i biologii syntetycznej umożliwił również tworzenie czynników biologicznych o wiele bardziej zabójczych od tych, które mogły kiedykolwiek ewoluować w sposób naturalny (ibid., s. 150–153). To, że jak dotąd żaden z tych scenariuszy się nie ziścił wynika z systemu wartości ludzi zajmujących kluczowe stanowiska, a nie dlatego, że powodowanie ogromnych szkód wymagałoby nadludzkich zdolności.

W dziedzinie manipulacji społecznych wykorzystano współczesne uczenie maszynowe do tworzenia prognoz opartych na „polubieniach” dawanych przez użytkowników na Facebooku, a prognozy te są dokładniejsze niż prognozy dokonywane przez znajomych na podstawie kwestionariusza osobowości (Youyou i in., 2015).

„Polubienia” zostały również wykorzystane do dokładnego przewidywania cech prywatnych, takich jak orientacja seksualna (Kosinski i in., 2013). Niektóre doniesienia w popularnej prasie podają, że firma marketingowa Cambridge Analytica wykorzystująca marketing oparty



**Rys. 2.** Różne ścieżki, w wyniku których SI może uzyskać DPS lub ZPS, prowadząc tym samym do katastrofy. Połączenia między węzłami oznaczają bramki LUB (pominięte w celu zwiększenia czytelności). Na przykład nadwyżka sprzętowa może wynikać albo z początkowego przełomu dotyczącego algorytmów LUB późniejszych optymalizacji. Jak omówiono w tekście, każda z nadwyżek sprzętowych, eksplozji prędkości i eksplozja inteligencji może przyczynić się do dwóch pozostałych, co zostało oznaczone ramką. Podobnie oznaczono różne kluczowe zdolności

na SI odegrała istotną rolę w wyborach prezydenckich w USA w 2016 roku oraz w referendum w sprawie członkostwa w Unii Europejskiej, które odbyło się w Wielkiej Brytanii w 2016 roku (Grassegger i Krogerus, 2017). Pomimo że prawdziwość tego twierdzenia pozostaje pytaniem otwartym i została zakwestionowana (Taggart, 2017), to daje to wyobrażenie, jakim rodzajem siły może dysponować SI zdolna do bardziej wyrafinowanego modelowania społecznego i manipulacji, umożliwiającego stworzenie świata, w którym o wynikach wyborów krajowych decydowałyby systemy SI.

Ogólnie rzecz biorąc, niektóre prawdopodobne możliwości, które mogą pomóc uzyskać MPS, to wojna biologiczna (rozwijanie i uwalnianie plag biologicznych), wojna cybernetyczna (atakowanie systemów kluczowej infrastruktury) i manipulacje społeczne (przekonanie wystarczająco wielu ludzi do wykonania woli SI, nawet tylko jeden człowiek może spowodować katastrofalne zniszczenia, jeśli byłby na przykład głową państwa). Należy zauważyć, że podobnie jak w przypadku inicjatorów wejścia w życie SI, posiadanie jednej zdolności może przyczynić się do posiadania innych. Na przykład SI zdolna do manipulacji społecznej może wykorzystać ją do znalezienia współpracowników zdolnych

do działania w innych dziedzinach, a wojna cybernetyczna może dostarczyć kompromitujących informacji, które będą pomocne w szantażowaniu ludzi lub gromadzeniu informacji o ludzkim zachowaniu.

### Zestawienie inicjatorów DPS/ZPS

Na rysunku 2 przedstawiono różne ścieżki, które mogą prowadzić do wcześniej omówionych katastrof. Każda z nich, eksplozja prędkości, eksplozja inteligencji lub nadwyżka sprzętowa, może przyczynić się do indywidualnego wejścia w życie, kiedy to pojedyncza SI osiągnie ogromne możliwości.

Nadwyżka sprzętowa może również przyczynić się do zbiorowego wejścia w życie SI, kiedy to dodatkowe możliwości sprzętowe mogą umożliwić tworzenie dużej liczby systemów SI w krótkim czasie, które następnie mogą zacząć ze sobą handlować, wkrótce wyprzedzając ludzkość. Węzeł „handlująca SI” to kolejny inicjator umożliwiający zbiorowe wejście w życie SI, reprezentujący podobny scenariusz, w którym jednak nie występuje nadwyżka sprzętowa, a różne kopie SI są budowane przez dłuższy okres, aż do momentu osiągnięcia poziomu zdolności niezbędnego do zbiorowego wejścia w życie. Każda forma wejścia w życie SI mogłaby doprowadzić do powstania SI z DPS. SI może również osiągnąć

DPS, jeśli ludzie dobrowolnie dadzą jej wystarczające możliwości.

Gdyby liczne SI otrzymały pewną władzę, niewystarczającą do osiągnięcia DPS, to nadal mogłyby osiągnąć ZPS. Ponadto nawet pojedyncza SI, która nie była wystarczająco silna do osiągnięcia DPS, mogłaby osiągnąć ZPS, gdyby posiadała pewne wystarczające zdolności ofensywne.

## 5. SI uzyskuje zdolność do samodzielnego działania

Ażeby SI stanowiła zagrożenie dla ludzkości, musi dysponować sposobami wpływania na świat i wywoływania katastrof. Powszechną propozycją ograniczenia potęgi SI jest próba ograniczenia jej zdolności do komunikowania się ze światem i wpływania na niego, co jest ogólnie znane jako „uwięzienie” lub „zapakowanie SI” (Chalmers, 2010, Armstrong i in., 2012, Yampolskiy, 2012, Bostrom, 2014).

Wyzwania związane z ograniczeniem SI są dwojakie. Po pierwsze, istnieje techniczne wyzwanie polegające na ograniczeniu SI w taki sposób, aby nie była w stanie się oswobodzić i nadal była w stanie dostarczać użytecznych informacji. Ponadto takie ograniczenie ma też wymiar społeczny, w którym decydenci mogą mieć różne zachęty do złagodzenia zabezpieczeń związanych z ograniczeniem SI lub nawet do całkowitego uwolnienia SI, nawet jeśli utrzymanie jej w zamknięciu byłoby technicznie wykonalne (Sotala i Yampolskiy, 2015). Jeśli uwięzienie ma być skuteczne, to muszą zostać spełnione wymagania zarówno techniczne, jak i społeczne.

### Wyzwanie techniczne

Powszechną reakcją jest to, że wystarczająco inteligentna SI znajdzie pewien sposób na oswobodzenie się, albo przez socjotechnikę, albo przez znalezienie możliwych do wykorzystania słabości w zastosowanych fizycznych zabezpieczeniach. Możliwość ta została szeroko omówiona w wielu artykułach, w tym przez Chalmersa (2010) oraz Armstronga, Sandberga i Bostroma (2012). Ogólnie, autorzy są bardzo ostrożni w formułowaniu zdecydowanych twierdzeń na temat naszych zdolności do utrzymywania w ograniczeniu

umysłu o wiele mądrzejszego niż nasz wbrew jego woli. Jednak przy ostrożnym projektowaniu nadal jest możliwe zaprojektowanie SI łączącej wewnętrzną motywację do pozostania w kontakcie z szeregiem zewnętrznych zabezpieczeń monitorujących SI.

### Wyzwanie społeczne

Ograniczenie SI zakłada, że ludzie, którzy je tworzą i są za nie odpowiedzialni, muszą być faktycznie zmotywowani do ograniczenia SI. Jeśli grupa ostrożnych badaczy zbuduje i następnie z powodzeniem ograniczy stworzoną SI, może to nie odnieść zamierzonego skutku, jeśli inna grupa stworzy SI, która została celowo uwolniona od ograniczeń. Przyczyny pozbawienia ograniczeń SI mogą obejmować: (i) korzyści ekonomiczne lub presję konkurencyjną, (ii) przyczyny etyczne lub filozoficzne, (iii) zaufanie do zabezpieczeń SI oraz (iv) rozpaczliwe okoliczności, takie jak nieuchronna zagłada. Każdą z tych przyczyn omówiono poniżej.

#### *Dobrowolne uwolnienie SI ze względu na korzyści ekonomiczne lub presję konkurencyjną*

Jak wspomniano wcześniej w części „SI stopniowo przejmuje władzę”, istnieje znaczna ekonomiczna zachęta do wdrażania systemów SI w celu kontroli korporacji. Może się to wydarzyć w dwóch formach: przez zwiększenie zakresu kontroli, jakim dysponują istniejące już systemy, albo alternatywnie przez aktualizację istniejących systemów lub dodawanie nowych z nieistniejącymi wcześniej możliwościami. Te dwie formy mogą się ze sobą łączyć. Jeśli pewne zadania wykonywane jak dotąd przez ludzi zostaną następnie przekazane ulepszonej SI, która stanie się zdolna do ich wykonywania, to może to zwiększyć autonomię SI zarówno przez zwiększenie jej zdolności, jak i zmniejszenie liczby ludzi biorących udział w dotychczasowym procesie.

Częściowym przykładem jest dążenie wojsk USA do ostatecznego przejścia do stanu, w którym ludzcy operatorzy broni robotycznej znajdowałiby się „nad pętlą”, a nie „w pętli” (Wallach i Allen, 2013). Innymi słowy, podczas gdy dotychczas

człowiek był zobowiązany do wyraźnego wydania polecenia, zanim robot mógł rozpocząć potencjalnie śmiertelne działania, to w przyszłości ludzie mają po prostu nadzorować działania robota i interweniować w przypadku niekorzystnego rozwoju zdarzeń. Pozwoliłoby to systemowi na szybszą reakcję, jednak ograniczyłoby także możliwości ludzkich operatorów do podjęcia interwencji w przypadku błędów popełnianych przez system. Obecnie w przypadku licznych systemów wojskowych, takich jak automatyczne systemy obrony zaprojektowane do zestrzeliwania nadlatujących pocisków i rakiet, zakres ludzkiego nadzoru jest ograniczony do przyjęcia lub zastąpienia komputerowego planu działań w ciągu kilku sekund, co w praktyce może być za krótkim czasem na podjęcie sensownej decyzji (Human Rights Watch, 2012).

Sparrow (2016) przeanalizował trzy główne powody motywujące większe rządy do przejścia na autonomiczne systemy uzbrojenia i ograniczenie kontroli ludzi:

1. Obecnie istniejące, zdalnie pilotowane „drony wojskowe”, takie jak US Predator i Reaper, wymagają dużej przepustowości łącza komunikacyjnego. Ogranicza to liczbę dronów, które mogą być rozmieszczone jednocześnie, i uzależnia je od satelitów komunikacyjnych, których nie ma każdy naród i które mogą zostać zablokowane lub zaatakowane przez wrogów. Konieczność stałej komunikacji ze zdalnymi operatorami uniemożliwia również tworzenie podwodnych dronów-okrętów, które musiałyby działać również w przypadku utraty łączności przed i podczas walki. Z tego powodu uczynienie dronów autonomicznymi i zdolnymi do działania bez nadzoru człowieka pozwoliłoby uniknąć tych wszystkich ograniczeń.
2. W szczególności w walce powietrznej zwycięstwo może zależeć od podjęcia bardzo szybkich decyzji. Już obecnie wymagania walki powietrznej znajdują się na granicy możliwości ludzkiego układu nerwowego, a dalszy postęp może zależeć od całkowitego usunięcia człowieka z tego procesu.



3. Większość rutynowych operacji dronów jest bardzo monotonna i nudna, co w znacznym stopniu przyczynia się do wypadków. Ponadto wydatki na szkolenia, wynagrodzenia i inne benefity dla operatorów dronów stanowią obecnie dużą część wydatków ponoszonych przez siły zbrojne.

Argumenty postawione przez Sparrowa są specyficzne dla dziedziny wojskowej, sugerują jednak, że „każda rozległa dziedzina dotycząca wysokich stawek, kontradictoryjne podejmowanie decyzji oraz potrzeba szybkiego działania zostaną najprawdopodobniej coraz bardziej zdominowane przez systemy autonomiczne” (Sotala i Yampolskiy, 2015, s. 18). Podobne argumenty można wysunąć w dziedzinie biznesu. Wylimitowanie ludzkich pracowników w celu zmniejszenia kosztów spowodowanych ich błędami i wynagrodzeniami mogłoby być kuszące dla firm. Już obecnie osiąganie zysków w dziedzinach transakcji o wysokiej częstotliwości zależy od osiągania lepszych wyników od innych traderów w ułamkach sekund. Pomimo że obecnie istniejące systemy SI nie są wystarczająco potężne, aby spowodować globalną katastrofę, to motywy, jak te przedstawione powyżej, mogą się przyczynić do ostatecznego podniesienia zdolności SI do takiego poziomu.

W przypadku braku wystarczających regulacji może dojść do „równania w dół ludzkiej kontroli”, w którym podmioty państwowe lub biznesowe rywalizowałyby o ograniczenie kontroli ludzkiej i zwiększanie autonomii systemów SI w celu uzyskania przewagi nad konkurencją. Więcej szczegółów można znaleźć w pracy Armstronga i innych (2016), gdzie przedstawiono uproszczony scenariusz „wyścigu do przepaści”. Byłoby to analogiczne do obecnej polityki „równania w dół”, w której podmioty rządowe rywalizują o deregulację lub obniżenie podatków w celu utrzymania lub przyciążania przedsiębiorstw.

Ograniczenie systemów SI może także być argumentowane tym, że przyznanie systemom SI większych możliwości i autonomii może stwarzać znaczne ryzyko w przypadku nieprawidłowego działania SI. W biznesie ogranicza to zakres, w jakim duże i ugruntowane

firmy mogą zaadoptować systemy kontroli opartej na SI, z drugiej strony startupy są zachęcane do inwestowania w autonomiczną SI, tak aby uzyskać przewagę nad konkurencją. W dziedzinie handlu algorytmicznego systemy SI mogą obecnie obracać ogromnymi sumami pieniędzy pomimo możliwości spowodowania znacznych strat. W 2012 roku Knight Capital straciła 440 mln USD z powodu usterki w oprogramowaniu transakcyjnym (Popper, 2012, Securities and Exchange Commission, 2013). Sugeruje to, że jeśli nawet nieprawidłowo działająca SI może potencjalnie powodować poważne ryzyko, to niektóre firmy nadal będą skłonne inwestować w powierzenie kontroli nad swoją działalnością autonomicznej SI, jeśli potencjalny zysk może być wystarczająco duży.

Prawo Stanów Zjednoczonych dopuszcza już możliwość nadania SI osobowości prawnej, ustawiając SI jako zarządzającą spółką z ograniczoną odpowiedzialnością. Człowiek może zarejestrować spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością (z o.o.), zawrzeć umowę operacyjną określającą, że spółka z o.o. będzie zarządzana przez SI i następnie wystąpić z tej spółki (Bayern, 2015). Rezultatem tego jest podmiot prawny działający niezależnie i bez nadzoru oraz kontroli ze strony człowieka. Firmy kontrolowane przez SI mogą być również tworzone w różnych miejscach znajdujących się poza jurysdykcją USA. Ograniczenia zabraniające korporacjom aby nie miały właścicieli można w dużej mierze obejść, stosując takie sztuczki, jak tworzenie sieci korporacji, które są wzajemnymi właścicielami samych siebie (LoPucki, 2017). Możliwą początkową strategią mogłoby być opracowanie licznych systemów SI, wyposażenie ich w początkowe zasoby, a następnie uruchomienie kontroli nad własnymi korporacjami. W takim przypadku ryzykiem objęte są jedynie te początkowe zasoby z jednoczesną wizją potencjalnych zysków, jakie korporacja może uzyskać w przypadku odniesienia sukcesu. W przypadku odniesienia sukcesu przez takie korporacje i związanego z tym skutecznego osłabienia bardziej znanych firm, zostałaby wywarta presja na te firmy, aby one także przekazały kontrolę autonomicznym systemom SI.

### *Dobrowolne uwolnienie w celu osiągnięcia korzyści kryminalnych lub terroryzmu*

LoPucki (2017) twierdzi, że jeśli człowiek stworzy autonomicznego agenta mającego ogólny cel, taki jak „optymalizacja zysku”, a następnie agent ten niezależnie zdecyduje, by na przykład popełnić przestępstwo w celu zwiększenia zysku, to prokuratorzy mogą nie być w stanie skazać człowieka za to przestępstwo i jedynym zarzutem wobec człowieka może co najwyżej być oskarżenie o lekkomyślność. LoPucki utrzymuje, że ta „luka w odpowiedzialności” zapewnia między innymi, że ludzie stworzą kiedyś korporacje kierowane przez SI.

Ponadto LoPucki (2017, s. 16) utrzymuje, że takie „podmioty algorytmiczne” można tworzyć anonimowo, a osoby posiadające osobowość prawną mogą przyznać im szereg praw, takich jak możliwość „kupowania i dzierżawy nieruchomości, zawarcia umowy z legalnymi firmami, otwierania kont bankowych, składania pozwów w celu wyegzekwowania swoich praw lub kupowania rzeczy na Amazonie i zamawiania ich wysyłki”. Jeśli podmiot algorytmiczny zostałby stworzony w celu takim, jak finansowanie lub przeprowadzanie aktów terrorystycznych, byłby wolny od presji społecznej lub zagrożeń ze strony ludzkich kontrolerów:

Decydując się na próbę zamachu stanu, zbombardowanie restauracji lub zgromadzenie zbrojnej grupy w celu zaatakowania centrum handlowego, kontrolowana przez człowieka istota naraża życie swoich kontrolerów. Takie same decyzje podjęte przez podmiot algorytmiczny stwarzają ryzyko jedynie wobec zasobów, które podmiot algorytmiczny wydaje na planowanie i realizację (LoPucki, 2017, s. 18).

Podczas gdy większość grup terrorystycznych powstrzymałaby się przed celowym zniszczeniem świata, ograniczając się co najwyżej do spowodowania katastrofalnego ryzyka, to nie wszystkie z grup terrorystycznych mogłyby tak postąpić. Niektóre grupy mogą być zainteresowane spowodowaniem wyginięcia człowieka, w szczególności ekoterrorystów uważający ludzkość za szkodliwą dla

planety oraz terroryści religijni uważający, że świat musi zostać zniszczony, aby osiągnąć zbawienie (Torres, 2016, 2017, rozdz. 4).

#### Dobrowolne uwolnienie ze względów estetycznych, etycznych lub filozoficznych

Kilku myślicieli, takich jak Gunkel (2012), poruszyło kwestię praw moralnych maszyn oraz tego, że nie wszyscy stanowczo uznają ograniczenie SI za etycznie dopuszczalne. Projektant wyrefinowanej SI może postrzegać ją jako coś w rodzaju swojego dziecka i czuć, że zasługuje ono na prawo do autonomicznego działania w społeczeństwie, bez jakichkolwiek zewnętrznych ograniczeń.

#### Dobrowolne uwolnienie z powodu zaufania zabezpieczeniom SI

Jeśli zespół badawczy ma ograniczyć SI, to musi poważnie potraktować możliwość, że stanie się ona niebezpieczna. Obecne badania nad SI nie obejmują żadnych zabezpieczeń ograniczających, ponieważ naukowcy mają uzasadnione przekonanie, że ich systemy nie są nawet zbliżone do ogólnej inteligencji. Wiele z tworzonych systemów jest również podłączonych bezpośrednio do internetu. Mamy nadzieję, że zabezpieczenia zaczną być wdrażane, gdy naukowcy stwierdzą, że tworzony system może mieć bardziej ogólne możliwości, będzie to jednak zależeć od ogólnej kultury bezpieczeństwa społeczności badawczej zajmującej się rozwojem SI (Baum, 2016), a w szczególności od konkretnej grupy badawczej. Jeśli grupa badawcza błędnie uzna, że jej SI nie może osiągnąć niebezpiecznego poziomu zdolności, to może nie zastosować wystarczających zabezpieczeń ograniczających.

Oprócz przekonania, że SI jest niewystarczająco zdolna do bycia zagrożeniem, badacze mogą również (poprawnie lub niepoprawnie) wierzyć, że udało się im dostosować SI do ludzkich wartości, tak aby nie miała żadnej motywacji do wyrządzania szkód ludziom.

#### Dobrowolne uwolnienie z desperacji

Miller (2012) zwraca uwagę, że jeśli ktoś byłby bliski śmierci, to z przyczyn naturalnych, będąc przegranym

w wojnie lub z jakiegokolwiek innego powodu, mógłby uwolnić nawet potencjalnie niebezpieczny system OSI. Byłby to racjonalny sposób działania, o ile ten ktoś cenilby sobie przede wszystkim własne przetrwanie i sądził, że nawet niewielka szansa na uratowanie życia przez OSI była lepsza niż niemal pewna śmierć.

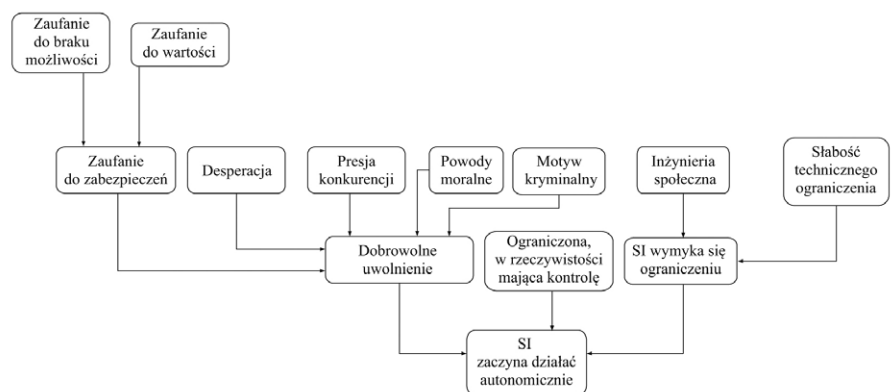
#### SI pozostaje ograniczona, jednak ostatecznie przejmuje kontrolę

Nawet jeśli ludzie technicznie występowałyby w pętli procesu decyzyjnego, to mogliby nie mieć czasu, okazji, motywacji, inteligencji lub pewności siebie, aby zweryfikować porady udzielone przez SI. Byłoby tak w szczególności w przypadku, gdyby SI działała już przez pewien czas i zyskała reputację godnej zaufania. Automatyczną reakcją na zalecenia SI może stać się rutynowa praktyka i coraz trudniejsze może być zakwestionowanie „autorytetu” jej zaleceń. W rezultacie SI mogłaby efektywnie narzucać własne decyzje (Friedman i Kahn, 1992).

Podobnie Bostrom i Yudkowsky (2014) zwracają uwagę, że współcześni biurokraci bardzo często dosłownie przestrzegają ustalonych procedur, zamiast dokonywać własnych osądów, w obawie o to, że mogliby zostać później obwinieni za popełnione błędy. Podobnym sposobem na unikanie winy mogłoby być posłuszne przestrzeganie wszystkich zaleceń systemu SI.

O’Neil (2016) udokumentował wiele sytuacji, w których współczesne uczenie maszynowe jest wykorzystywane do podejmowania merytorycznych decyzji, nawet jeśli dokładne modele stojące za tymi decyzjami mogą być tajemnicą handlową lub w inny sposób ukryte przed krytyką zewnętrzną. Między innymi takie modele były już wykorzystywane do zwalniania nauczycieli sklasyfikowanych przez system jako nieefektywni oraz do wymierzania surowszych wyroków przestępcom, których model określił jako obarczonych wysokim ryzykiem ponownego popełnienia przestępstwa. W niektórych przypadkach ludzie byli sceptycznie nastawieni do wyników takich systemów i nawet wskazywali prawdopodobne powody błędności wyników, nadal jednak zgadzali się z autorytetem systemu, o ile nie można było jednoznacznie wykazać, że model się pomylił.

W dziedzinie wojskowej Wallach i Allen (2013) zasygnalizowali istnienie robotów, które próbują automatycznie wykrywać lokalizacje wrogich snajperów i wskazywać je żołnierzom. W zakresie, w jakim ci żołnierze zaczęli ufać tym robotom, można postrzegać ich jako wykonujących rozkazy robotów. W końcu wyposażenie robota we własną broń po prostu wyeliminowałoby formalną potrzebę, by to człowiek pociągał za spust. Na rysunku 3 przedstawiono podsumowanie różnych sposobów, w jakie SI może uzyskać swobodę autonomicznego działania.



Rys. 3. Sposoby, w wyniku których SI może uzyskać swobodę autonomicznego działania. Połączenia pomiędzy węzłami oznaczają bramki LUB (pominięte w celu zwiększenia czytelności): na przykład zaufanie do zabezpieczeń może wynikać z zaufania do braku możliwości LUB zaufania do wartości

### 6. Uwagi na temat pojedynczej i licznej SI

Wiele analiz koncentruje się na przypadku istnienia tylko pojedynczej SI. Scenariusz, w którym istotna byłaby tylko jedna kopia SI, mógłby się wydarzyć, gdyby:

1. Pierwsza stworzona SI bardzo szybko osiągnęłaby DPS, zaraz po jej utworzeniu.
2. Pewna grupa badawcza znacznie wyprzedziła wszystkich konkurentów w rozwoju SI i była w stanie utrzymać tę przewagę przez dłuższy czas.

Na potrzeby tej analizy przyjęto scenariusz, w którym istnieje wiele kopii pojedynczej SI, wszystkie z nich mają te same cele, a cała ich zbiorowość jest traktowana jako pojedyncza SI. To samo dotyczy sytuacji, w której pojedyncza SI tworzy bardziej wyspecjalizowane „robotnicze SI”, aby zrealizować jakiś bardziej określony cel związany z osiągnięciem celu podstawowego.

Spośród dwóch powyższych możliwości opcja druga wydaje się stosunkowo mało prawdopodobna w ciągu co najwyżej kilku lat, biorąc pod uwagę obecną silną konkurencję w dziedzinie rozwoju SI. Pomimo że jedna firma mogłaby osiągnąć znaczącą przewagę w pewnej rzadkiej niszy przy niewielkiej konkurencji, to wydaje się, że nie zdarzy się to w przypadku rozwoju SI.

Możliwym wyjątkiem może być sytuacja, gdy firmie uda się całkowicie zmonopolizować pewną dziedzinę lub jeśli będzie miała zasoby programistyczne, jakich nie ma nikt inny. Na

przykład firmy, takie jak Google i Facebook, mają obecnie dostęp do znacznie większych zbiorów danych niż większość innych podmiotów korporacyjnych lub akademickich. We współczesnym uczeniu maszynowym duże zestawy danych w połączeniu z prostymi modelami zwykle dają lepsze wyniki niż małe zestawy danych i bardziej wyrafinowane modele (Halevy i in., 2009). Jak zauważyli Goodfellow i inni (2016, rozdz. 1), algorytm głębokiego uczenia wymaga z reguły co najmniej 10 milionów oznakowanych przykładów w celu osiągnięcia wydajności na poziomie człowieka lub lepszej.

Z drugiej strony zależność od tak ogromnych zestawów danych jest dziwactwem obecnych technik uczenia maszynowego. Ludzie uczą się na podstawie znacznie mniejszych ilości danych, a także są w stanie wykorzystywać swój proces uczenia się w bardziej elastyczny sposób, co sugeruje fundamentalne różnice w sposobie, w jaki ludzie i współczesne algorytmy uczą się (Lake i in., 2016). Z tego powodu możliwe jest, że OSI byłaby w stanie uczyć się na podstawie znacznie mniejszych ilości danych, a projekt OSI nie byłby tak ograniczony przez potrzebę dużych zbiorów danych<sup>10</sup>.

Innym prawdopodobnym kluczowym zasobem mogą być zasoby sprzętowe. Być może pierwsza OSI będzie wymagała ogromnych mocy obliczeniowych. Bostrom (2017) zauważa, że jeśli w rozwoju SI istnieje duży stopień otwartości i każdy ma dostęp do tych samych algorytmów, to właśnie sprzęt może się stać głównym czynnikiem ograniczającym. Gdyby wymagania sprzętowe dla SI były stosunkowo niskie, wysoka otwartość mogłaby doprowadzić do powstania wielu jednostek SI. Z drugiej strony, jeśli sprzęt byłby głównym czynnikiem ograniczającym i potrzebne byłyby duże ilości sprzętu, to kilka zamożnych organizacji mogłoby przez jakiś czas zmonopolizować SI. Jak wcześniej omówiono w części „Inicjatorzy katastroficznych zdolności”, optymalizacje oprogramowania mogą szybko zmniejszyć zapotrzebowanie na sprzęt, ograniczając tym samym czas, kiedy sprzęt może być kluczowym ograniczeniem.

Branwen (2012) zasugerował, że produkcja sprzętu zależy od niewielkiej liczby scentralizowanych fabryk, które byłyby łatwym celem regulacji. Sugerowałoby to możliwą drogę, według której SI mogłaby podlegać regulacjom rządowym, ograniczając liczbę wdrożonych jednostek SI. Podobnie pojawiły się propozycje rządowych i międzynarodowych regulacji rozwoju SI (np. Wilson, 2013, argumentów przeciwko szukaj w: McGinnis, 2010). W przypadku pomyślnego uchwalenia, takie regulacje mogą ograniczyć liczbę wdrożonych jednostek SI.

Innym możliwym kluczowym zasobem byłoby posiadanie nieoczywistego przełomowego osiągnięcia, które byłoby trudne do odkrycia dla innych badaczy. Gdyby było ono utrzymywane w tajemnicy, to jedna firma mogłaby prawdopodobnie znacznie posunąć się naprzód w stosunku do innych.

Skuteczne procedury ograniczania SI mogą również zwiększać szanse na powstanie wielu SI, ponieważ ograniczenie pierwszych jednostek SI, umożliwiłoby innym projektom nadrobienie zaległości.

Sytuacja rozwoju wielu różnych jednostek SI może zaistnieć, gdy:

reklama



zrobotyzowany.pl

Przemysł  
ZROBOTYZOWANY

www.zrobotyzowany.pl



1. Kilku twórców osiągnęło zdolność do budowania SI w tym samym czasie i żadna SI nie osiągnęła DPS.
2. Jeden twórca mógł wyprodukować kilka różnych SI mających różne cele.
3. Tylko jeden twórca był w stanie wdroić SI, ale ta SI stworzyła własne kopie i nie dostosowała celów tych kopii do własnych.

Trudno przewidzieć konsekwencje istnienia wielu jednostek SI. Obecnie opracowywana jest SI w celu ostrzeżenia przed potencjalnym ryzykiem, na przykład przez przewidywanie ryzyka finansowego na podstawie artykułów prasowych (Rönnqvist i Sarlin, 2017), a od wielu lat wykorzystuje się SI do celów takich jak automatyczne wykrywanie włamań (Lunt, 1988). Bardziej wyrafinowana i dopasowana do człowieka SI może pomóc w obronie przed niedopasowanymi systemami SI (Hall, 2007, Goertzel i Pitt, 2012).

Z drugiej strony podstawowym problemem związanym z obroną jest to, że aby zapobiec katastrofie, obrońcy muszą odnieść sukces za każdym razem, podczas gdy atakującemu wystarczy tylko jedno odniesienie sukcesu. W przypadku istnienia licznych SI procedury, takie jak ograniczanie SI, musiałyby być skuteczne dla każdej pojedynczej SI, a wszyscy ludzie musieliby uznawać stosowanie ograniczeń SI za wartościowe. W rezultacie istnienie licznych SI jest zwielokrotnieniem liczby systemów, które mogłyby potencjalnie spowodować katastrofę.

Inną kwestią jest to, że istnienie licznych SI wydaje się pomocne tylko wtedy, gdy wystarczająco duża ich część ma wartości dostosowane do wartości ludzkich. Scenariusz z istniejącą liczną SI, z których każda realizuje interesy w niewielkim stopniu związane z wartościami ludzkimi, najprawdopodobniej byłby niekorzystny dla ludzkich wartości. Zwłaszcza jeśli wszystkie SI byłyby znacznie bardziej zdolne niż ludzie, to taki scenariusz po prostu stawia ludzi w krzyżowym ogniu.

## 7. Wnioski

W tym rozdziale rozważaliśmy różne drogi rozwoju SI, które mogą zakończyć się katastrofą (tabela 2). W części

**Tabela 2.** Różne drogi prowadzące do katastroficznych scenariuszy

Poziom strategicznej przewagi SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decydujący</li> <li>• Znaczący</li> </ul>
Próg zdolności SI do wystąpienia braku współpracy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bardzo niski do bardzo wysokiego, w zależności od różnych czynników</li> </ul>
Źródła zdolności SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indywidualne wejście w życie</li> <li>• Nadwyżka sprzętowa</li> <li>• Eksplozja prędkości</li> <li>• Eksplozja inteligencji</li> <li>• Zbiorowe wejście w życie</li> <li>• Kluczowe możliwości</li> <li>• Wojna biologiczna</li> <li>• Wojna cybernetyczna</li> <li>• Manipulacja społeczną</li> <li>• Coś innego</li> <li>• Stopniowe przesunięcie władzy i możliwości</li> </ul>
Sposoby SI na osiągnięcie autonomii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oswobodzenie się</li> <li>• Manipulacja społeczną</li> <li>• Słabość techniczna</li> <li>• Dobrowolne uwolnienie</li> <li>• Przyczyny ekonomiczne lub konkurencyjne</li> <li>• Przyczyny kryminalne lub terrorystyczne</li> <li>• Przyczyny etyczne lub filozoficzne</li> <li>• Desperacja</li> <li>• Zbytne zaufanie <ul style="list-style-type: none"> <li>• § Do braku możliwości</li> <li>• § Do wartości</li> </ul> </li> <li>• Ograniczona, w rzeczywistości mająca kontrolę</li> </ul>
Liczba SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojedyncza</li> <li>• Wiele</li> </ul>

„Inicjatorzy katastrofy” przedstawiono dowody na to, że nadmierne skupianie się na SI osiągającej DPS umożliwiające jej osiągnięcie całkowitej dominacji nad światem, może być nierozsądne. Wydaje się raczej uzasadnione, aby rozważyć również możliwości uzyskania ZPS, poziomu zdolności, który może umożliwić SI spowodowanie co najmniej dziesiątek milionów ofiar. Oprócz tego jest znacznie bardziej prawdopodobne, że SI uzyska ZPS niż DSA, a chaos spowodowany przez SI z ZPS może ostatecznie doprowadzić do pojawienia się SI z DSA, nawet jeśli pierwsza SI zostałaby pomyślnie wyłączona.

Rozważenie scenariuszy, w których SI osiąga „tylko” ZPS wymaga położenia większego nacisku na analizę, kiedy SI byłaby skłonna zaryzykować podjęcie działań wrogich wobec ludzi. Liczne rozważania przedstawiono w części „Kiedy zostaną podjęte działania przeciwko przewadze strategicznej”. Zasadniczo, jeśli SI działałyby racjonalnie, to zainicjowałyby agresywne działania tylko wtedy, gdyby spodziewana uzyskana w ten sposób użyteczność przewyższała spodziewaną użyteczność

uzyskaną w przypadku współpracy, przy uwzględnieniu ryzyka niepowodzenia i odpowiadającego mu odwetu ze strony ludzi (Shulman, 2010). Istnieje jednak wiele sytuacji, które mogą zmusić SI do podjęcia wrogiego działania.

Próbując ustalić katastrofalne ryzyko związane z SI jako formę ryzyka rozłącznego, gdzie wiele różnych spraw może potoczyć się niekorzystnie, w części „Inicjatorzy katastroficznych zdolności” przedstawiono różne sposoby, dzięki którym SI lub grupy SI mogą się stać wystarczająco zdolne do uzyskania pewnej formy przewagi strategicznej. Omówiono indywidualne scenariusze wejścia w życie wraz z trzema głównymi podtypami, scenariusze zbiorowego wejścia w życie, scenariusze, w których władza jest przejmowana przez systemy SI, oraz scenariusze, w których SI staje się wystarczająco zdolna, by zdobyć kluczowe możliwości dające jej ZPS lub DPS.

Ponieważ SI może stać się zdolna tylko wtedy, gdy uzyska wystarczającą autonomię, w części „SI uzyskuje zdolność do samodzielnego działania” przedstawiono różne sposoby, w jakie

SI może osiągnąć taką autonomię. Przedstawione przyczyny przyznania autonomii SI obejmowały: (i) korzyści ekonomiczne lub presję konkurencyjną, (ii) przyczyny kryminalne lub terrorystyczne, (iii) przyczyny etyczne lub filozoficzne, (iv) zaufanie do zabezpieczeń SI oraz (v) rozpaczliwe okoliczności, takie jak wizja nieuchronnej zagłady. Ponadto wystarczająco inteligentna SI może uniknąć ograniczenia lub może stać się wystarczająco wpływowa, aby uzyskać skuteczną kontrolę nawet pomimo teoretycznego istniejącego ograniczenia.

Wreszcie, wszystkie drogi prowadzące do katastrofy mogą ulegać zwielokrotnieniu w przypadku istnienia licznych różnych kopii SI, z których każda może być w stanie osiągnąć autonomię, a następnie duży poziom zdolności. W części „Uwagi na temat pojedynczej i licznej SI” omówiono, czy możemy się spodziewać bardzo małej liczby SI, czy też będzie ich wiele, a także niektóre implikacje w stosunku do każdego scenariusza.

Łączenie różnych dróg omówionych w poprzedniej części może skutkować wieloma różnymi scenariuszami (patrz ramka poniżej), poczynając od tych, w których SI oswobadza się i szybko osiąga superinteligencję, po te, w których SI jest budowana celowo z zamiarem kontrolowania korporacji, a rosnące zasoby są jej dobrowolnie przydzielane aż do momentu, gdy SI zawładnie całą planetą. Każda z tych dróg będzie musiała zostać osobno oceniona pod kątem wiarygodności, a także pod kątem najbardziej odpowiednich metod zapobiegających. Mamy nadzieję, że taka analiza pozwoli wykorzystać pozytywny potencjał SI, jednocześnie unikając katastrofy.

### 8. Niektóre przykładowe scenariusze

Różnorodne kombinacje różnorodnych omówionych ścieżek mogą prowadzić do powstania wielu rodzajów scenariuszy ryzyka związanego z rozwojem SI. Poniżej przedstawiono cztery przykłady:

#### • Klasyczne przejście

(Decydująca przewaga strategiczna, wysoki próg zdolności, eksplozja

inteligencji, wejście w życie SI i pojedyncza SI)

„Klasyczny” scenariusz przejścia SI został opisany przez Bostroma (2014, rozdz. 6). Rozwijana SI ostatecznie staje się lepsza w projektowaniu SI niż jej programiści. SI wykorzystuje tę zdolność do eksplozji inteligencji i ostatecznie ucieka do internetu ze swojego ograniczonego środowiska. Po sekretnym zdobyciu wystarczającego wpływu i zasobów przeprowadza atak przeciwko ludzkości, eliminując ludzkość jako dominującego gracza na Ziemi, w wyniku czego SI może bez przeszkód realizować własne plany.

#### • Stopniowe przejście

(Zasadnicza przewaga strategiczna, wysoki próg zdolności, stopniowe przesunięcie władzy, uwolnienie z przyczyn ekonomicznych i wiele kopii SI)

Wiele korporacji, rządów i osób prywatnych dobrowolnie powierza wykonanie zadań SI, aż do momentu zupełnego uzależnienia od systemów AI. W początkowym etapie są to wyspecjalizowane systemy SI, jednak ciągle aktualizacje sprawiają, że niektóre z nich osiągają poziom ogólnej inteligencji. Stopniowo zaczynają one podejmować wszystkie decyzje. Wiemy, że pozwolenie im na prowadzenie takich działań jest ryzykowne, jednak są one zaangażowane w zbyt wiele spraw, które przynoszą zysk i są naprawdę skuteczne w tworzeniu pożytecznych dla ludzkości przedmiotów. Do pewnego czasu.

#### • Wojny zdesperowanych SI

(Zasadnicza przewaga strategiczna, niski próg zdolności, kluczowe zdolności, oswobodzenie się SI i wiele kopii SI)

Wielu różnych twórców opracowuje systemy SI. Większość tych prototypów nie jest zgodna z ludzkimi wartościami i nie posiada niezwykłych zdolności, jednak liczne z tych SI uważają, że niektóre inne prototypy mogą okazać się bardziej zdolne. W rezultacie systemy SI starają się zdradzić ludzkość nawet pomimo małych szans na powodzenie, motywowane tym, że miałyby jeszcze

mniejsze szanse na osiągnięcie swoich celów, gdyby nie zdradziły. Społeczeństwo zostaje zaatakowane przez różne systemy wymykające się spod kontroli, które mają kluczowe możliwości do wyrządzenia katastrofalnych szkód, zanim zostaną powstrzymane.

#### • Czy ludzkość uważa, że ma szczęście?

(Decydująca przewaga strategiczna, wysoki próg zdolności, kluczowe zdolności, ograniczona jednak w efekcie mająca kontrolę SI i pojedyncza SI)

Google zaczyna podejmować decyzje dotyczące wprowadzanych produktów i strategii zgodnie z wytycznymi strategicznej SI. Pozwala to firmie stać się jeszcze potężniejszą i bardziej wpływową, niż jest obecnie. Kierując się strategią, SI zaczyna podejmować coraz bardziej wątpliwe działania, które zwiększają jej władzę i możliwości. W końcu staje się zbyt potężna, aby społeczeństwo mogło ją powstrzymać. Trudny do zrozumienia kod napisany przez strategię SI wykrywa i subtelnie sabotuje projekty SI innych twórców, aż do momentu, kiedy Google nie stanie się dominującą potęgą światową. Odmiana tego scenariusza z gwałtownym wejściem w życie SI została opisana w rozdziale otwierającym pracę Tegmarka (2017).

### Przypisy

1. Na przykład Goertzel (2015) krytykuje Bostroma (2014): „To, co znajdujemy w Superintelligence jest ostrożnym filozoficznym sformułowaniem argumentującym, dlaczego katastrofalne rezultaty są możliwe, a następnie bardziej praktycznym przewidywaniem na podstawie „najgorszego planu”, odrzucając pozytywne możliwości”.
2. Yampolskiy (2015) przedstawił również taksonomię tego, w jaki sposób SI może mieć wartości, które nie są dostosowane do ludzkich, jednak jest to jedynie ogólna taksonomia, a nie bardziej szczegółowa analiza przyczyn.
3. Określenia „motywacja” używa się tutaj w ogólnym znaczeniu i nie należy go traktować jako twierdzenia, że SI miałyby system motywacyjny podobny do ludzkiego. Zamiast przyjmować założenia

mechanizmów leżących u podstaw SI, zakładamy, że jej zachowanie można z łatwością przewidzieć, zakładając postawę celową (Dennett, 1971, 2009), w której przyjmuje się, że zachowanie systemu można wytłumaczyć celami i przekonaniem. Na przykład, pomimo że obliczenia komputera do gry w szachy praktycznie nie mają nic wspólnego z ludzkim myśleniem, to jego ruchy można nadal skutecznie przewidzieć, zakładając, że „chce” wygrać w szachy i „zna” zasady szachowe. Daje to podstawę do przewidywania, że zawsze wybierze z listy wykonalnych ruchów taki, który najbardziej zbliża do celu wygrania gry. Pomimo że najlepszy ruch może nie być oczywisty, to przyjęcie zamierzonej postawy nadal pozwala ludzkiemu obserwatorowi poprawić przewidywania dotyczące tego, co zrobi komputer, eliminując oczywiste złe ruchy (ibid.).

4. Może się to zdarzyć na przykład wtedy, gdy ludzie nie są pewni, czy cele SI rzeczywiście uwzględniają wszystko co ma wartość dla ludzi.
5. SI, która po prostu dążyłaby do maksymalizacji ludzkiego szczęścia w ogóle, mogłaby być gotowa poświęcić wszystkich obecnie żyjących ludzi, gdyby pomyślała, że pozwoli to na stworzenie bardziej szczęśliwych ludzi później.
6. Przykładem wartości, która nie była samozachowawcza jako cel instrumentalny, jest sztuczna inteligencja chcąca (z jakiegokolwiek powodu) sama się zniszczyć.
7. Shulman (2010) zaproponował projekt, który osiąga niemal maksymalną użyteczność po otrzymaniu stałego sygnału nagrody od ludzi. Zrobienie czegokolwiek, co zagrażałoby ludziom, wyłączałoby ten sygnał nagrody, co wiązałoby się z ryzykiem utraty większości

użyteczności SI i tym samym zniechęcałoby ją do podejmowania wrogich działań. Bostrom (2014) omówił możliwość powiązania funkcji nagrody SI ze strumieniem wstępnie wygenerowanych tokenów kryptograficznych, które można łatwo zniszczyć w przypadku podjęcia wrogiej akcji przez SI. Podjęcie wrogiej akcji byłoby wtedy realną strategią tylko wtedy, gdyby SI była bardzo pewna, że będzie w stanie przejąć zapasy tokenów, zanim zostanie zniszczona. Wysoka stopa zwrotu, która sprawiałaby, że SI traktowałaby priorytetowo nagrody krótkoterminowe nad długoterminowymi mogłaby również uniemożliwić podejmowanie działań, które bezpośrednio nie przyczyniałyby się do uzyskania nagród (Shulman, 2010). SI, która miałaby inną formę „trywialnego” lub łatwego do spełnienia celu, lub której wyraźnym celem byłby niewielki wpływ i niewywieranie znaczącego wpływu na świat (Armstrong i Levinstein, 2017), również byłaby bardziej skłonna współpracować i unikać kontragresji. Wszystkie te propozycje są jednak obecnie spekulacyjne i nie jest jasne, jak dobrze działałyby w przyszłości.

8. Wymagany do tego stopień inteligencji jest niejasny. Przejście ze scentralizowanej SI do rozproszonego systemu składającego się ze skoordynowanych subagentów może wymagać zaawansowanych umiejętności projektowych, jednak nie wymaga tego po prostu skopiowanie oryginalnej SI. Takie kopie mogą nie być optymalnie skoordynowane ze sobą, ale jeśli nie miałyby interesu własnego i były skupione na wspólnym celu, to mogły nadal współpracować bardziej skutecznie niż grupy ludzi, których współpracę utrudniają jednostki (Olson, 1965) i grupy dbające o własny interes (DeScioli i Kurzban, 2013, Greene,

2013). Ponadto SI od samego początku mogłaby również zostać zaprojektowana jako system rozproszony.

9. Jednak to, czy można nakreślić znaczącą różnicę pomiędzy „indywidualną SI” i „społecznością SI”, jest nieco niejasne. Systemy SI mogą nie mieć indywidualności w takim samym sensie jak ludzie, szczególnie jeśli mają wysoką przepustowość komunikacji w stosunku do zdolności obliczeniowej wewnątrz węzła.
10. Z drugiej strony istnieją teorie, które sugerują, że ludzka zdolność do szybkiego uczenia się może wynikać z układów neuronów kodujących z dużą ilością odziedziczonych, wcześniej istniejących informacji. Opracowanie podobnych startowych „danych ładowania początkowego” dla SI może ponownie wymagać dużych zbiorów danych. Na przykład H. Barrett i Kurzban (2006) zauważają, że takie wrodzone systemy zostały zaproponowane do wykrywania oszustów, języka, teorii umysłu, orientacji przestrzennej, liczby, mechaniki intuicyjnej, emocji, wykrywania krewnych i rozpoznawania twarzy, a Spelke i Kinzler (2007) twierdzą, że ludzkie poznanie zbudowane jest na czterech podstawowych systemach wiedzy reprezentowania obiektów, działań, liczb i przestrzeni.

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

Fragment pochodzi z książki:  
*Sztuczna inteligencja.*  
*Bezpieczeństwo i zabezpieczenia,*  
 Roman V. Yampolskiy (redakcja).  
 Wydawnictwo Naukowe PWN,  
 Warszawa 2020

reklama

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





# Przykłady wdrożenia RFID

Bartłomiej Gładysz, Michał Grabia, Krzysztof Santarek

## 1. Wprowadzenie

Technologia RFID może być stosowana w wielu różnych obszarach. Zadaniem bardzo trudnym jest opracowanie szczegółowej i wyczerpującej listy możliwych zastosowań, nie wspominając o przeprowadzeniu ich klasyfikacji. Niektóre popularne obszary aplikacji RFID przedstawia tabela 1, gdzie jako kryterium przyjęto rodzaj czytnika RFID. Podobnie różne popularne formy znaczników RFID przedstawia tabela 2, ale również nie jest to lista wyczerpująca.

Istnieje model referencyjny obszarów aplikacji RFID<sup>5</sup>. Możliwe obszary zastosowania tego modelu oraz obszary wskazane na popularnych stronach, zawierających opisy wdrożeń RFID, przedstawia tabela 3.

W dalszej części niniejszego rozdziału przedstawiono przykładowe wdrożenia technologii RFID zrealizowane w Polsce. Są to:

- magazyn wyrobów gotowych;
- terminal przeładunkowy;
- centrum logistyczne firmy 7R Logistic;
- bocznicę kolejową PKN ORLEN;

- monitorowanie wózków widłowych w magazynie Fresh Logistics Polska;
  - muzeum Exploseum w Bydgoszczy;
  - biblioteka Wyższej Szkoły Biznesu w Dąbrowie Górniczej.
- Każdy przypadek został omówiony według jednolitego schematu, tj.:

- informacje podstawowe i proces przed wdrożeniem;
- zastosowane rozwiązania RFID, w tym: cel wdrożenia i funkcjonalności systemu, proces po wdrożeniu, zastosowane urządzenia i standardy, oprogramowanie;
- podsumowanie z uwzględnieniem uzyskanych korzyści.

## 2. Magazyn wyrobów gotowych<sup>8</sup>

### 2.1. Informacje podstawowe i proces przed wdrożeniem

Omawiane przedsiębiorstwo jest producentem chemii budowlanej działającym od 25 lat na polskim rynku. Firma posiada 3 zautomatyzowane zakłady produkcyjne oraz 3 hurtownie. Produkty przedsiębiorstwa można znaleźć w wielu placówkach handlowych w Polsce oraz za granicą. Do wdrożenia

Tabela 1. Rodzaje systemów RFID w świetle sposobu użycia czytników<sup>1</sup>

Rodzaj czytnika	Opis
Czytnik mobilny	Jedynie identyfikacja obiektów przy wykorzystaniu urządzeń mobilnych (PDA) i ich oprogramowania.
Detekcja obecności w punkcie <sup>2</sup>	Detekcja obecności i identyfikacja. Przeważnie pasywne znaczniki, częstotliwości zależne od otoczenia i oczekiwanych odległości odczytu.
Drzwi, bramy	Portale, wykrywanie przekroczenia granicy strefy wyznaczonej drzwiami lub bramą, przeważnie wspomagane przez inne technologie umożliwiające określenie kierunku ruchu (np. kamery IP).
Przeźnośniki i transportery	Detekcja obecności w punkcie zintegrowana z transporterem.
Inteligentne półki	Wykrywanie obecności na konkretnej półce, np. w magazynie.
Pola odkładacze	Wykrywanie obecności w wyznaczonym obszarze.
Lokalizacja w czasie rzeczywistym	RTLS, aktywne (głównie Wi-Fi lub UWB) lub pasywne (pRTLS), określenie współrzędnych oznakowanego obiektu (przede wszystkim 2D).
Biuorko	Identyfikacja np. na potrzeby kodowania.
Drukarki i aplikatory	Kodowanie etykiet RFID i ich zadruk. Możliwa integracja z liniami produkcyjnymi i transporterami.
Dyspensery i kioski	Kodowanie znaczników i ich automatyczne wydawanie/zwracanie, np. stanowiska samodzielnych zwrotów i wypożyczeń w bibliotekach.

Tabela 2. Formy znaczników RFID<sup>3</sup>

Forma znacznika	Opis
Karty	Kontrola dostępu, bilety, bankowość.
Znaczniki z wyświetlaczem	Urządzenia zintegrowane ze znacznikami RFID, np. elektroniczne karty kanban <sup>4</sup> .
Znaczniki przemysłowe	Znaczniki w trwałych obudowach przeznaczonych do zastosowania w trudnych warunkach.
„Inlay”	Najprostsza forma, przezroczysta naklejka z czipem i anteną.
Breloki	Aplikacje podobne jak dla kart.
Etykiety	Możliwe do zadrukowywania etykiety z wklejonym znacznikiem RFID.
Znaczniki z dużą pamięcią	Używane, aby przechowywać większą ilość danych, gdy nie ma możliwości dostępu do centralnej bazy danych, np. remonty samolotów.
Znaczniki odporne na temperaturę	Zaprojektowane do wykorzystania w warunkach wysokiej temperatury (nawet 350°C), np. znaczniki ceramiczne, znaczniki pralnicze.
Znaczniki na metal	Zoptymalizowane do znakowania przedmiotów metalowych.
Plomby	Plomby z wklejonym znacznikiem RFID możliwe do automatycznej identyfikacji i weryfikacji.
Znaczniki sensoryczne	Zintegrowane z czujnikami np. temperatury, wilgotności itp.
Opaski	Kontrola dostępu (baseny, siłownie itp.), identyfikacja pacjentów.

Tabela 3. Obszary wdrożeń RFID<sup>6</sup>

Model referencyjny	RFID Journal, www.rfidjournal.com	IDTechEx Knowledgebase, www.idtechex.com/knowledgebase/en
<ul style="list-style-type: none"> <li>kontrola dostępu oraz śledzenie osób prywatnych;</li> <li>opieka zdrowotna – np. śledzenie w czasie rzeczywistym pomp infuzyjnych;</li> <li>śledzenie obiektów w łańcuchu dostaw;</li> <li>programy lojalnościowe, członkowskie oraz płatności;</li> <li>bezpieczeństwo, jakość i informacje o produkcji;</li> <li>wytwarzanie, monitorowanie, remonty;</li> <li>sport, wypoczynek, dom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Internet Rzeczy<sup>7</sup>;</li> <li>lotnictwo;</li> <li>odzież;</li> <li>wojsko;</li> <li>energetyka;</li> <li>opieka zdrowotna;</li> <li>logistyka;</li> <li>wytwarzanie;</li> <li>handel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>linie lotnicze i lotniska;</li> <li>zwierzęta;</li> <li>książki, biblioteki, archiwa;</li> <li>finanse i bezpieczeństwo;</li> <li>opieka zdrowotna;</li> <li>logistyka, poczta;</li> <li>pralnie;</li> <li>sport, wypoczynek, rozrywka;</li> <li>wytwarzanie;</li> <li>wojsko;</li> <li>rafinerie, kopalnie;</li> <li>transport pasażerski i motoryzacja;</li> <li>handel, dobra konsumenckie</li> </ul>
inne		

RFID wybrano największy zakład z uwagi na problemy związane z gospodarką magazynową, w szczególności wyrobów gotowych. Magazyn wyrobów gotowych jest zlokalizowany w bezpośrednim sąsiedztwie linii produkcyjnej. Ostatnim etapem procesu produkcyjnego jest automatyczna paletyzacja wyrobów gotowych.

Następnie palety z wyrobem gotowym są rozwożone na miejsca magazynowe przy wykorzystaniu wózków widłowych. Wyroby gotowe składowane są w postaci jednorodnych opakowań zbiorczych. Stosuje się stopy do wysokości maksymalnie 3 warstw palet. W magazynie z uwagi na jego charakterystykę utrudnione jest realizowanie zasady FIFO<sup>9</sup>, co prowadzi do powstawania kosztów związanych z przeterminowaniem niektórych wyrobów gotowych. Operator wózka widłowego na zleceniu dostawał informację o rodzaju wyrobu, który ma pobrać, bez możliwości pobrania konkretnej palety o najkrótszym terminie przydatności do użycia. Wyroby przeterminowane często odnajdywane były dopiero podczas inwentaryzacji. Wykorzystanie magazynu nie było optymalne, gdyż całe sektory przeznaczone były do konkretnych rodzajów wyrobu, aby ułatwić operatorom wózków odszukiwanie wyrobu przeznaczonego do załadunku i wydania. Kolejnym problemem był brak wiarygodnych informacji o stanie magazynu, co powodowało zbędne zapasy lub niedobory.

## 2.2. Zastosowane rozwiązania RFID

### Cel wdrożenia i funkcjonalności systemu

Głównymi celami postawionymi przed wdrożeniem było zwiększenie transparentności stanów magazynowych oraz poprawa dokładności kompletacji wysyłek. Jako niezbędne do osiągnięcia wymienionych celów opracowano następujące główne funkcjonalności systemu RFID:

- rejestracja przyjęć wyrobów gotowych z produkcji;
- rejestracja miejsca składowania wyrobu gotowego;
- rejestracja wydań z magazynu wyrobów gotowych;
- kontrola zgodności pobranych wyrobów ze zleceniem.

### Proces po wdrożeniu

Pierwszym nowym elementem w procesie jest znakowanie palet etykietami RFID. Znakowanie odbywa się w sposób zautomatyzowany. Jest to ostatnia operacja przed podjęciem

palety przez wózek widłowy w celu jej odstawienia do odpowiedniego sektora w magazynie. Zastosowano automatyczny aplikator etykiet RFID, który zintegrowano z automatycznym przenośnikiem rolkowym. Etykieta RFID oprócz zakodowania unikalnym identyfikatorem RFID jest również zadrukowywana, co umożliwia jej wykorzystanie przez odbiorców lub w zakładach nieposiadających czytników RFID. Znakowane są całe ofoliowane palety jako opakowanie zbiorcze wyrobów gotowych.

Oznakowana paleta jest pobierana przez wózek widłowy, który wyposażony jest w czytnik RFID oraz terminal dla operatora. Czytnik RFID zamontowany jest w ramie karetki wózka. Na podstawie odczytu RFID na terminalu wyświetlana jest informacja dla operatora o tym, gdzie należy odstawić paletę.

Paleta odstawiana jest na wskazane miejsce. Wózek posiada możliwość odczytu znaczników lokalizacyjnych RFID i na tej podstawie określania swojej lokalizacji z dokładnością co do sektora magazynowego. Znaczniki te umieszczone są pod dachem magazynu, a wózek uzbrojony jest w dodatkowy czytnik RFID na dachu. Dzięki takiemu rozwiązaniu dostępna jest informacja, czy paleta została odstawiona we właściwe miejsce. Jeśli nie, to na terminalu wyświetlane jest ostrzeżenie dla operatora. Operator może zareagować i odstawić paletę we właściwe miejsce. Jeśli tego nie uczyni, to system magazynowy rejestruje lokalizację palety oraz informację o odstępstwie od zlecenia.

Wydania z magazynu wyrobów gotowych realizowane są również na podstawie odczytów RFID. Na terminalu wózka widłowego wyświetlana jest paleta, którą należy pobrać, oraz numer sektora magazynowego, w którym się ona znajduje. Operator wózka pobiera wskazaną paletę. Jeśli pobierze niewłaściwą, jest ostrzegany i może dokonać korekty. Jest to istotne z tego względu, że system magazynowy w pierwszej kolejności dysponuje do załadunku palety z wyrobami o krótkim terminie przydatności do użycia. W przypadku popełnienia błędu system, na bazie odczytów RFID, rejestruje aktualną pozycję palety oraz informuje menedżerów o niezgodnościach, co pozwala uniknąć błędów w załadunku.

Wszelkie sytuacje nietypowe, jak np. kompletacja palet typu „mix”, realizowane są na podstawie wykorzystania czytników mobilnych RFID oraz drukarki biurkowej RFID. Na drukarce drukowana i kodowana jest etykieta dla nowej palety „mix”.

Następnie pracownik, przy użyciu czytnika mobilnego, odczytuje kody kreskowe z poszczególnych opakowań jednostkowych i przywiązuje je do numeru SSCC zapisanego w etykietce RFID, utworzonej dla kompletowanej palety.

### Sprzęt i standardy RFID

Cały system RFID został zrealizowany przy wykorzystaniu częstotliwości UHF i jest zgodny ze standardem EPC Class1 Gen2.

Głównym elementem są dwa czytniki RFID na wózku widłowym, z których jeden służy do identyfikacji przewożonej palety, a drugi do odczytywania znaczników lokalizacyjnych RFID. Czytniki są wykonane w klasie szczelności IP65 i zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Terminal na wózku widłowym służy do wyświetlania zleceń magazynowych oraz ostrzeżeń na bazie odczytów RFID.

Kolejny element rozwiązania to znaczniki lokalizacyjne RFID, umieszczone pod sufitem magazynu. Odczytując je, możliwe jest określenie lokalizacji wózka widłowego. Przeprowadzono również testy alternatywnego rozwiązania, jakim byłoby umieszczenie znaczników RFID w posadzce. Jednakże to rozwiązanie stwarzało dwa problemy. Pierwszy problem konstrukcyjny – związany z instalacją czytnika RFID na wózku widłowym, zaś drugi związany ze skutecznością odczytów. W wyniku testów zdecydowano się rozmieścić znaczniki pod sufitem magazynu, a wózek wyposażyć w czytnik RFID na dachu, co zapewniło 100% skuteczność rozwiązania w zakresie lokalizowania wózków widłowych. Analizowano również możliwość wykorzystania dwóch rodzajów RTLS<sup>10</sup>, w tym opartego o znaczniki pasywne UHF oraz opartego o znaczniki aktywne. Oba rozwiązania przekraczały dysponowany budżet. Mogłyby być one celowe dla większej liczby wózków, lokalizacji magazynowych i bram magazynu, czy też większego poziomu wymaganej dokładności lokalizacji w magazynie. W analizowanym przypadku wystarczający poziom dokładności to lokalizacja uwzględniająca sektor magazynowy i z tego względu użycie znaczników RFID montowanych pod sufitem było wystarczające.

Rozwiązanie oparte jest o wykorzystanie etykiet RFID do znakowania palet. Kodowanie etykiet oraz ich zadruk odbywa się zgodnie z wytycznymi GS1, co oznacza, że identyfikatorem zapisywanym w pamięci EPC znacznika jest numer SSCC<sup>11</sup>.

Do kodowania i aplikacji etykiet RFID wykorzystywany jest automatyczny aplikator etykiet zintegrowany z drukarką RFID oraz transporterem rolkowym. Aplikator zainstalowany został w przemysłowej kabinie pyłoszczelnej.

### Oprogramowanie

Cały system RFID został zintegrowany z systemem magazynowym WMS<sup>12</sup>. Z punktu widzenia systemu RFID konieczne było przygotowanie oprogramowania na wózek widłowy. Oprogramowanie to wstępnie filtruje i grupuje odczyty z czytników RFID oraz przekazuje do systemu nadrzędnego informacje o zaistniałych zdarzeniach, takich jak podjęcie czy odstawienie palety. Oprogramowanie realizuje trzy podstawowe funkcje, tj. automatycznie identyfikuje pobraną paletę, automatycznie

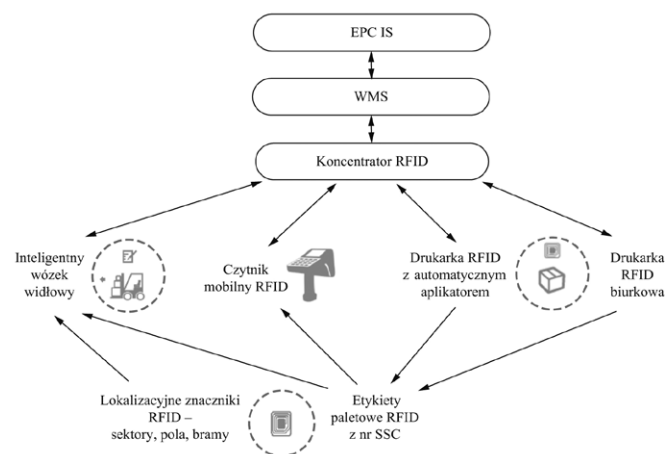
identyfikuje odłożoną paletę oraz automatycznie identyfikuje lokalizację wózka. Następnie informacje te przekazywane są do oprogramowania nazywanego koncentratorem, które służy jako punkt styku pomiędzy systemem RFID a systemem WMS. Koncentrator przekazuje do WMS informacje o zdarzeniach zawierające stempel czasowy, identyfikator zdarzenia (pobrano/odłożono), identyfikator lokalizacji oraz identyfikator palety. Podstawowe 4 komunikaty przekazywane przez oprogramowanie RFID do WMS to pobranie i odłożenie palety o danym SSCC z określonej lokalizacji oraz przyjęcie i wydanie palety o danym SSCC do/z magazynu. Ogólna struktura komunikatu z systemu RFID to „nr\_wózka | SSCC\_jako\_EPC | rodzaj\_operacji | sektor”. Na tej podstawie system WMS sprawdza poprawność zaistniałych zdarzeń i wysyła komunikaty, które należy wyświetlić na terminalu operatora wózka widłowego.

Dane drukowane i kodowane w etykietach RFID wysyłane są do drukarek z systemu WMS.

Elementem, który służy jako punkt styku systemu RFID i systemu WMS, jest oprogramowanie nazywane koncentratorem. Posiada ono również funkcjonalności niezbędne na potrzeby zarządzania sprzętem RFID, monitorowania jego stanu itp.

System RFID jest niewidoczny dla użytkownika, który korzysta z WMS poprzez terminal na wózku lub terminal mobilny.

Dodatkowo informacje o zrealizowanych transakcjach udostępniane są w serwisie EPC IS<sup>13</sup>. Odbiorcy, korzystający również z serwisu EPC IS, mogą w czasie rzeczywistym otrzymywać informacje w momencie wysyłki, a produkty można śledzić w całym łańcuchu dostaw za każdym razem, gdy dokonany zostanie odczyt RFID i udostępniony przez EPC IS.



Rys. 1. RFID w magazynie wyrobów gotowych<sup>14</sup>

### 2.3. Podsumowanie

Dzięki wdrożeniu systemu RFID stało się możliwe pozyskiwanie wiarygodnych informacji o lokalizacji wyrobów gotowych w czasie rzeczywistym. Ta podstawowa korzyść umożliwia wiele usprawnień, takich jak odświeżanie zapasów na podstawie rzeczywistych stanów magazynowych i realizacja zasad systemów ssących w magazynowaniu czy optymalizacja



tras wózków widłowych. Wdrożenie RFID było równoległe z wdrożeniem systemu WMS, który pozwolił wyeliminować papierowe zlecenia magazynowe, generujące znaczne ryzyko popełnienia błędu. Wymierne korzyści uzyskane w wyniku wdrożenia to:

- eliminacja strat związanych z utratą przydatności wyrobów gotowych do użycia;
- przyspieszenie operacji magazynowych przyjęcia na magazyn, przesunięcia w magazynie i wydania z magazynu;
- zmniejszenie kosztów postępowań reklamacyjnych w przypadku niewłaściwych dostaw.

Koszt wdrożenia całego rozwiązania wyniósł ok. 0,8 mln zł. Koszty eksploatacyjne są głównie związane z zakupem etykiet RFID, dla których nie ma możliwości wielokrotnego wykorzystania. Z kolei koszty utrzymania systemu wynoszą ok. 10% wartości inwestycji rocznie. Oszacowano, że inwestycja zwróciła się w okresie krótszym niż 1,5 roku.

### 3. Terminal przeładunkowy

#### 3.1. Informacje podstawowe i proces przed wdrożeniem

Omawiane wdrożenie zostało zrealizowane w polskim porcie morskim, w którym znajduje się terminal przeładunkowy materiałów sypkich. Materiały są przeładowywane z przypluwających statków na samochody ciężarowe, jak również z samochodów ciężarowych na statki. W terminalu przeładunkowym jest pięć stanowisk dla pojazdów ciężarowych: dwa stanowiska do załadunku/rozładunku przy użyciu wózków spalinowych oraz trzy stanowiska do załadunku bezpośredniego przy użyciu instalacji rurociąkowej.

Już na etapie projektowania terminalu przewidziano wykorzystanie technologii RFID. Wdrożenie RFID było jednym z ostatnich etapów budowy terminalu. Przed wdrożeniem RFID określono wymagania, jakie należy uwzględnić z punktu widzenia wdrożenia RFID (m.in. doprowadzenie okablowania). Przed wdrożeniem rozwiązań RFID przeprowadzono próbne przejazdy pojazdów przez terminal przeładunkowy według schematu:

- odprawa pojazdu na bramie wjazdowej;
- przekazanie kierowcy danych dotyczących załadunku/rozładunku (numer stanowiska);
- ważenie pojazdu na wadze wjazdowej;
- załadunek/rozładunek pojazdu na wyznaczonym stanowisku;
- ważenie pojazdu na bramie wjazdowej;
- przygotowanie dokumentów przewozowych.

Próbne przejazdy zajmowały przeciętnie 40 min. Długi czas obsługi samochodu w terminalu skutkuje również wydłużaniem czasu postoju statku w porcie, a to generuje wysokie koszty opłat portowych. Z tego względu zdecydowano się wdrożyć rozwiązanie RFID, pozwalające przyspieszyć procesy w terminalu przeładunkowym.

#### 3.2. Zastosowane rozwiązania RFID

##### Cel wdrożenia i funkcjonalności systemu

Celem wdrożenia RFID było skrócenie cyklu przejazdu pojazdu przez terminal, co wpływa na skrócenie czasu pobytu statku w porcie. Jest to szczególnie istotne z uwagi na wysoki

koszt związany z opłatami portowymi. Drugim celem było wyeliminowanie możliwości tworzenia się korków przed wjazdem do terminalu w przypadku spiętrzeń przyjazdów samochodów. Aby osiągnąć założone cele, zdecydowano się na wdrożenie dwóch podstawowych i zintegrowanych elementów rozwiązania, tj. parkingu buforowego przed terminalem oraz systemu RFID, umożliwiającego automatyczne identyfikowanie pojazdu na każdym etapie jego pobytu w terminalu (wjazd, ważenie na wjeździe, załadunek/rozładunek, ważenie na wyjeździe, wydanie dokumentów przewozowych). Projektowane rozwiązanie RFID miało na celu umożliwić przejazd przez terminal przy założeniu, że kierowca nie może opuścić kabiny samochodu. Wymagało to zaprojektowania i wyprodukowania dedykowanego kiosku do zwrotu znaczników i wydawania dokumentów przewozowych. Podsumowując, cele wdrożenia można przedstawić w 3 punktach:

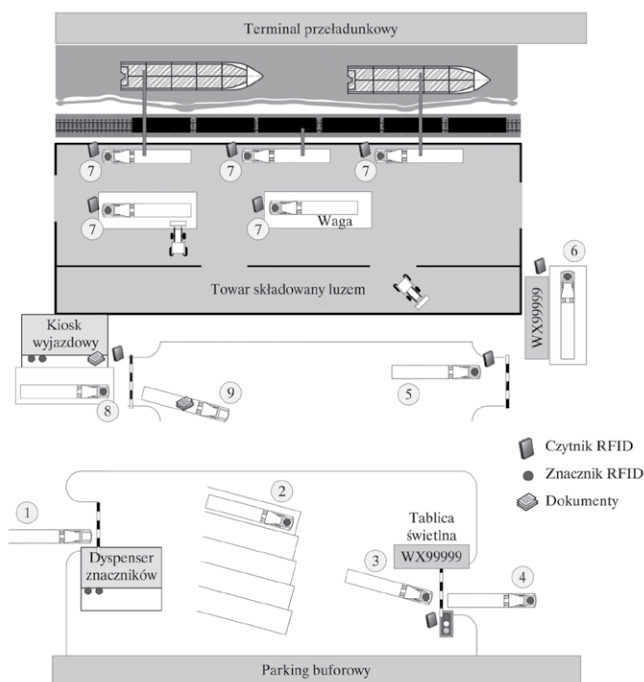
- identyfikacja pojazdów w kluczowych punktach (bramy, doki etc.);
- eliminacja błędów załadunkowych;
- przyspieszenie załadunku i rozładunku.

##### Proces po wdrożeniu

Aby wyeliminować problemy związane z nierównomiernym dopływem pojazdów, wybudowano parking buforowy przed terminalem.

- Po wjeździe na parking buforowy kierowca pojazdu udaje się do dyspensera znaczników RFID, gdzie po wpisaniu swojego kodu PIN, uzyskanego od spedytora, automatycznie wydawany mu jest znacznik RFID (por. rysunek 2 – pkt 1). W znaczniku RFID zapisany jest unikalny identyfikator, który od tego momentu, aż do momentu wyjazdu z terminalu jest niezbędny w celu identyfikacji pojazdu na kolejnych etapach procesu (wjazd, ważenie, załadunek itd.). Możliwe jest również wykorzystanie znaczników RFID w formie etykiet RFID naklejanych na przednią szybę dla pojazdów, które często wracają do terminalu.
- Następnie kierowca udaje się na miejsce parkingowe i oczekuje na wezwanie. Wezwania są wyświetlane na tablicy świetlnej umieszczonej przy wyjeździe z parkingu.
- Po wezwaniu kierowca wyjeżdża z parkingu buforowego. W momencie wyjazdu następuje identyfikacja pojazdu na podstawie umieszczonego uprzednio za szybą znacznika RFID. Jeśli zidentyfikowany pojazd nie jest pojazdem wezwanym do terminalu, to szlaban wjazdowy pozostaje zamknięty, a na tablicy wyświetlany jest odpowiedni komunikat. Dodatkowo wysyłany jest komunikat do właściwego spedytora, który może zareagować i skontaktować się z kierowcą.
- Jeżeli weryfikacja na szlabanie wjazdowym z parkingu buforowego przebiega poprawnie, to szlaban jest otwierany, a kierowca opuszcza parking buforowy.
- Kolejnym etapem jest identyfikacja pojazdu na bramie wjazdowej do terminalu. Jeśli zidentyfikowany pojazd nie jest żadnym z pojazdów wezwanym do terminalu, to szlaban nie jest otwierany. Działania korygujące w tym miejscu może podjąć ochrona w kontakcie ze spedytorem.

- Jeżeli zidentyfikowany został wzywany samochód, to szlaban jest otwierany, a pojazd wjeżdża na wagę wjazdową. W tym miejscu następuje ważenie. Waga jest zintegrowana z czytnikiem RFID. Waga samochodu wraz z jego identyfikatorem jest przesyłana do systemu informatycznego zarządzania terminalem. Przy wadze znajduje się tablica świetlna, na której wyświetlane są kierowcom komunikaty z systemu zarządzania terminalem, w tym m.in. miejsce załadunku lub instrukcje postępowania, w przypadku nieprawidłowego ważenia.
- Dalszym etapem jest załadunek lub rozładunek pojazdu na wskazanym stanowisku. Na każdym stanowisku znajduje się czytnik RFID. Dzięki temu możliwa jest reakcja, jeśli kierowca podstawy pojazd na niewłaściwe stanowisko. Dodatkowo dzięki identyfikacji pojazdu możliwe jest automatyczne przypisanie do niego ładowanego towaru (wraz z wagą).
- Po wykonaniu załadunku lub rozładunku samochód jedzie na wagę wyjazdową. Przy tej wadze znajduje się kiosk wyjazdowy, do którego kierowca zwraca znacznik RFID. W kiosku zabudowany jest czytnik RFID zintegrowany z drukarką dokumentów przewozowych oraz elektronicznym padem. Numer znacznika przesyłany jest do systemu zarządzania terminalem, z którego wysyłane są zlecenia wydruku dokumentów przewozowych. Kierowca odbiera dokumenty i składa podpis na elektronicznym padzie. Kiosk jest skonstruowany w taki sposób, aby kierowca podczas obsługi kiosku nie musiał opuszczać pojazdu.
- Po zakończeniu czynności otwierany jest szlaban wyjazdowy i kierowca opuszcza terminal.



Rys. 2. RFID w terminalu przeładunkowym – procesy

### Sprzęt i standardy RFID

W tym przypadku zastosowano następujące urządzenia wykorzystujące technologię RFID:

- terminale (dyspensery) znaczników RFID;
- terminale (kioski) do zwrotu znaczników RFID;
- czytniki stacjonarne RFID;
- czytniki mobilne RFID.

Dyspensery znaczników służą do wydawania znaczników RFID kierowcom. Na podstawie kodu PIN w znaczniku RFID kodowany jest unikalny numer. Dyspensery są urządzeniami dostosowanymi do specyficznych potrzeb przedsiębiorstwa. Wymagały one prac konstrukcyjnych i jednostkowej produkcji na potrzeby analizowanego wdrożenia. Są to urządzenia przemysłowe odporne na warunki atmosferyczne. Dyspensery posiadają funkcje związane z ich utrzymaniem, takie jak m.in. informowanie o małej liczbie znaczników w kiosku.

Podobnie kioski do zwrotu znaczników wymagały produkcji jednostkowej na potrzeby realizowanego wdrożenia. Kiosk wyjazdowy zintegrowany jest z wagą wyjazdową. W kiosku zintegrowany jest czytnik RFID, czujnik informujący o wypełnieniu znacznikami, drukarka dokumentów, elektroniczny pad do składania podpisów.

Czytniki stacjonarne RFID zostały zainstalowane we wszystkich miejscach, gdzie jest konieczna identyfikacja pojazdu, tj. szlabanach, wagach i stanowiskach załadunkowych i rozładunkowych. Czytniki te zostały zintegrowane ze szlabanami, które są otwierane dopiero po otrzymaniu potwierdzenia z systemu zarządzania terminalem. Czytniki zintegrowane są również z wagami.



Rys. 3. Kiosk wyjazdowy w terminalu przeładunkowym<sup>15</sup>

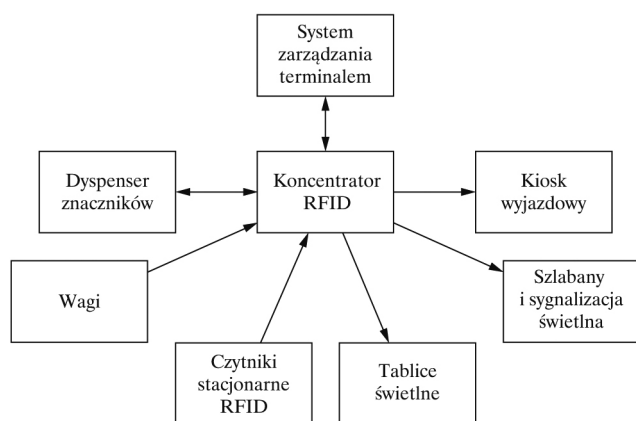
Z uwagi na duże odległości, z których wykonywany jest odczyt RFID, w szczególności na stanowiskach załadunkowych i rozładunkowych, konieczne było zastosowanie znaczników pasywnych zasilanych bateryjnie. Znaczniki te działały bez konieczności ich wymiany z uwagi na rozładowanie baterii przez ponad 3 lata.

Ostatnim elementem rozwiązania są tablice świetlne zintegrowane z czytnikami RFID. Na tablicach wyświetlane są komunikaty z systemu zarządzania terminalem.

Cały system zrealizowany został przy zastosowaniu częstotliwości UHF i standardu EPC Class1 Gen2.

### Oprogramowanie

Całe rozwiązanie wymagało integracji z nadrzędnym systemem zarządzania terminalem. Opracowano koncentrator RFID, który jest punktem styku pomiędzy systemem RFID a systemem nadrzędnym. Wszystkie urządzenia komunikują się bezpośrednio z koncentratorom (por. rysunek 6.4). Przykładowo po wpisaniu przez kierowcę do dyspensera znaczników numeru PIN numer ten wysyłany jest z dyspensera do koncentratora. Następnie ma miejsce komunikacja z systemem nadrzędnym. System nadrzędny weryfikuje poprawność kodu PIN i wysyła informację zwrotną do koncentratora, czy numer jest poprawny. Jeśli tak, to dispenser koduje znacznik (w kodowanym identyfikatorze zawarty jest numer PIN) i wydaje znacznik. Jeśli nie, to dispenser wyświetla kierowcy komunikat błędu. W przypadku ważenia na wadze wjazdowej przez koncentrator do systemu nadrzędnego wysłana jest waga oraz identyfikator pojazdu. System nadrzędny potwierdza otrzymanie komunikatu i dopiero wtedy możliwe jest otwarcie szlabanu.



Rys. 4. RFID w terminalu przeładunkowym - infrastruktura

### 3.3. Podsumowanie

Dzięki wdrożeniu technologii RFID w nowo budowanym terminalu przeładunkowym udało się uzyskać skrócenie procesu załadunku i rozładunku – cykl przejazdu samochodu przez terminal, mierzony od wjazdu na teren terminala do wyjazdu przez bramę wyjazdową (por. rysunek 2 – odpowiednio punkt 5 i punkt 9), zmalał z ok. 40 do ok. 15 min. Skrócenie cyklu możliwe było dzięki:

- sprawnemu zarządzaniu parkingiem buforowym;
- automatyzacji procesów rozliczania (wagi);
- automatyzacji i przyspieszeniu procesu wydawania dokumentów;
- eliminacji błędów przy załadunku i rozładunku.

Uzyskanie wymienionych wyżej efektów możliwe było dzięki zaprojektowaniu całego rozwiązania przy założeniu, że kierowca nie może opuścić pojazdu podczas przejazdu przez terminal, a wszelkie czynności związane z identyfikacją pojazdu odbywają się automatycznie. Dodatkową korzyścią, która nie została jeszcze zmierzona, jest ograniczenie strat podczas załadunku/rozładunku statku.

### Przypisy

1. GŁADYSZ B.: *Typology of RFID systems*, [w:] *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*. Praca zbiorowa pod red. R. Knosali, OW PTZP, Opole 2016.
2. Ang. *chokepoint detection*.
3. GŁADYSZ B.: *Typology of RFID systems*, [w:] *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*. Praca zbiorowa pod red. R. Knosali, OW PTZP, Opole 2016.
4. Kanban z jap. oznacza stosowany w praktyce gospodarczej system przywieszek stanowiących sygnał do rozpoczęcia operacji produkcyjnych.
5. GAMPL B., ROBECK M., CLASEN M.: *The RFID Reference Model*. Referate der 28. GIL-Jahrestagung, Kiel 2008, s. 55–58.
6. GŁADYSZ B.: *Typology of RFID systems*, [w:] *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*. Praca zbiorowa pod red. R. Knosali, OW PTZP, Opole 2016.
7. Ang. *Internet of Things*.
8. Opis niniejszego wdrożenia został częściowo przedstawiony w artykule: GŁADYSZ B., *EPC/RFID w magazynie wyrobów gotowych*, „Logistyka” 3/2015.
9. Ang. *First In First Out* – pierwsze przyszło pierwsze wyszło.
10. Ang. *Real Time Locating System* – system lokalizacji w czasie rzeczywistym.
11. Ang. *Serial Shipping Container Code*.
12. Ang. *Warehouse Management System* – system zarządzania magazynem.
13. EPC Information Services version 1.1, [http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/epcis\\_1\\_1-standard-20140520.pdf](http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/epcis_1_1-standard-20140520.pdf) [data dostępu: 25 lutego 2016].
14. Opracowano na podstawie: GŁADYSZ B., *EPC/RFID w magazynie wyrobów gotowych*, „Logistyka” 3/2015.
15. Materiały firmowe HADATAP

Fragment pochodzi z książki: *RFID od koncepcji do wdrożenia*

B. Gładysz, M. Grabia, K. Santarek, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016



# Niezawodność linii produkcyjnych

Aleksander Nicał, Elżbieta Szmigiera, Kostiantyn Protchenko, Krzysztof Kaczorek

## 1. Pojęcie ciągłości i intensywności w procesie produkcyjnym

Uzyskanie założonego poziomu wydajności produkcyjnej procesu produkcyjnego, a tym samym linii produkcyjnej, w stosunku do teoretycznej wydajności produkcyjnej wynikającej z przyjętych parametrów organizacyjnych zależy od poziomu niezawodności działania tego procesu [2]. W pierwszej kolejności konieczne jest zdefiniowanie pojęć ciągłości i intensywności w kontekście procesu produkcyjnego.

Ciągłość procesu produkcyjnego jest nieprzerwanym w czasie ciągiem działań produkcyjnych, w wyniku których uzyskuje się w jednostce czasu przewidywaną liczbę gotowych wyrobów [2]. Wszelkiego rodzaju przerwy stanowią o nieciągłości procesu produkcyjnego, przy czym nieciągłości mogą mieć charakter:

- planowany – dni wolne od pracy, okresy przeznaczone na konserwację linii produkcyjnej; uwzględnia się je przez zdefiniowanie efektywnego funduszu pracy w ciągu roku;
- losowy, wynikający z materializacji czynników zewnętrznych – brak dostaw materiałów i/lub półfabrykatów, przerwy w dostawie mediów, nieprzewidziane absencje załogi; poziom nieciągłości losowej można wyznaczyć statystycznie jako stosunek sumy czasu postojów losowych w ciągu roku do planowanego funduszu czasu pracy.

Opisany powyżej charakter przerw procesu produkcyjnego dotyczy linii produkcyjnych, gdyż są one miejscem, na których odbywa się prowadzenie tych procesów.

Przez pojęcie intensywności procesu produkcyjnego należy rozumieć stosunek realnie uzyskanej wydajności procesu w okresach pełnej jego ciągłości do wydajności teoretycznej, wyznaczonej na podstawie parametrów organizacyjnych [2]. Wśród czynników mogących wpływać na redukcję intensywności procesu produkcyjnego wymienić można m.in. niższą sprawność linii produkcyjnych oraz siły roboczej, niskiej jakości materiały i półprodukty. W zależności od założonego modelu organizacji procesu produkcyjnego zawodność linii produkcyjnej i całego procesu może być mniejsza lub większa. Wpływ powiązań podsystemów produkcyjnych wyraża się tak, że im ściślejsze powiązania, tym większa zawodność linii produkcyjnej [20]. Zależność ta obowiązuje także w odwrotną stronę: im układ maszyn i stanowisk produkcyjnych przyjmuje bardziej luźne powiązania, tym ryzyko zawodności jest mniejsze. Procesy produkcyjne zorganizowane według metody czynnościowo-stacjonarnej oraz przedmiotowo-stacjonarnej z luźnymi powiązaniem podsystemów produkcyjnych charakteryzować się będą na ogół dość niskim poziomem zawodności. Modele przedmiotowo-potokowe ze sztywnymi powiązaniem będą się natomiast odznaczać relatywnie wysokim poziomem

zawodności. Dobierając odpowiednią metodę produkcji, należy uwzględnić, że układy niezawodne są na ogół drogie w zakupie i tańsze w eksploatacji, układy o większym ryzyku zawodności są natomiast tańsze w zakupie, ale jednocześnie droższe w eksploatacji [4].

## 2. Pojęcie niezawodności, wskaźnika zdatności funkcyjnej

Interpretacji pojęcia zawodności procesu produkcyjnego można dokonać na podstawie prawdopodobieństwa tego, że proces nie będzie spełniał funkcji, do których został powołany, co dodatkowo będzie oznaczać prawdopodobieństwo strat [21]. Niezawodnością jest natomiast prawdopodobieństwo tego, że proces produkcyjny będzie spełniał funkcje, do których został powołany, co dodatkowo oznaczać będzie prawdopodobieństwo braku wystąpienia strat. Wartości poziomu niezawodności oraz zawodności mieszczą się w przedziale od 0 do 1. Ich wzajemna zależność jest zdefiniowana według wzoru:

$$N + Z = 1 \quad (1)$$

gdzie:

$N$  – niezawodność linii produkcyjnej;

$Z$  – zawodność linii produkcyjnej.

Powyższy wzór służy do analizy niezawodności działania linii produkcyjnej prefabrykatów budowlanych, jednak nie opisuje szczegółowo problemu awaryjności urządzeń wchodzących w skład linii produkcyjnej. W celu zdefiniowania poziomu awaryjności tych urządzeń wprowadzono wskaźnik zdatności funkcyjnej, obliczany według wzoru [5]:

$$P_d = \frac{T_p}{T_{hd}} \quad (2)$$

gdzie:

$P_d$  – wskaźnik zdatności funkcyjnej;

$T_p$  – rzeczywisty czas pracy urządzeń;

$T_{hd}$  – planowany czas pracy urządzeń.

Wskaźnik ten wyraża niezawodność maszyny lub urządzenia wchodzącego w skład linii produkcyjnej.

## 3. Struktury niezawodnościowe

Układy techniczne, w tym linie produkcyjne do prefabrykatów w budownictwie, ze względu na strukturę niezawodnościową mogą być zorganizowane jako: szeregowo (rys. 1), równoległe (rys. 2) lub szeregowo-równoległe [22].

Obliczenie prawdopodobieństwa niewystąpienia uszkodzenia  $N_{ss}$  przed czasem  $t$  dla struktury szeregowej wykonuje się według wzoru [23]:

$$N_{ss} = N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \cdot N_5 \cdot N_6 \dots \cdot N_n \quad (3)$$

gdzie:

$N_{ss}$  – prawdopodobieństwo niewystąpienia uszkodzenia w strukturze szeregowej;

$N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, \dots, N_n$  – prawdopodobieństwo niewystąpienia uszkodzenia dla kolejnych urządzeń.

W strukturze szeregowej usterka jednego urządzenia i/lub maszyny powoduje niezdatność do pracy całej linii złożonej z  $n$  urządzeń i/lub maszyn. W przeciwieństwie do struktury szeregowej struktura równoległa charakteryzuje się tym, że usterka jednego elementu nie powoduje niezdatności do pracy całej linii złożonej z  $n$  urządzeń i/lub maszyn [24].

Obliczenie prawdopodobieństwa niewystąpienia uszkodzenia  $N_{sr}$  przed czasem  $t$  dla struktury równoległej wykonuje się według wzoru [23]:

$$N_{sr} = 1 - (1 - N_1) \cdot (1 - N_2) \cdot (1 - N_3) \cdot (1 - N_4) \cdot \dots \cdot (1 - N_n) \quad (4)$$

gdzie:

$N_{sr}$  – prawdopodobieństwo niewystąpienia uszkodzenia w strukturze równoległej.

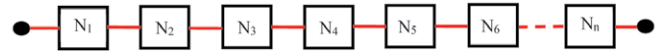
Przez odpowiednie, odniesione do rozpatrywanego modelu niezawodnościowego, przekształcenie powyższych wzorów wyznacza się niezawodność struktury szeregowo-równoległej [25].

#### 4. Histogramy powstawania uszkodzeń i analiza niezawodności na przykładzie linii do produkcji sprężonych żerdzi wirowanych

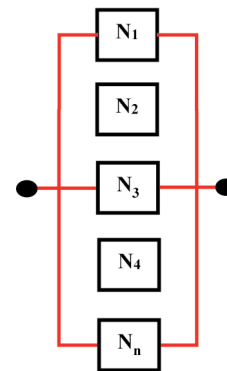
Obliczenie wskaźnika zdatności funkcyjnej poprzedza analiza występującej liczby zakłóceń i awarii maszyn oraz urządzeń. Gromadzenie tych danych następuje w funkcji czasu, na ogół przez kolejne miesiące w roku, a do ich zobrazowania służą histogramy. Kolejnym czynnikiem koniecznym do uwzględnienia jest czas wyłączenia urządzenia i maszyny z użycia, wyrażony na ogół w godzinach (tabela 1).

Tabela 1. Wykaz zakłóceń suwnicy na linii produkcyjnej strunobetonowych wirowanych żerdzi elektroenergetycznych

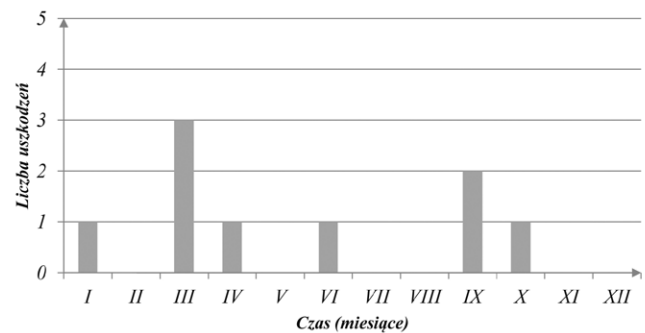
Nazwa linii	Linia potokowa do produkcji strunobetonowych wirowanych żerdzi elektroenergetycznych			Okres obserwacji	01.01.2020–31.12.2020
Lp.	Bezpośrednia przyczyna przestoju	Liczba przestojów	Liczba godzin przestoju	Wskaźnik zdatności funkcyjnej $P_d$	Uwagi
1	Awaria napędu pomostu	1	5,0	0,995	Usterki usunięte w wytwórni
2	Uszkodzenie kabla zasilającego	1	1,5		
3	Awaria układu jezdnego	1	2,5		



Rys. 1. Szeregową strukturą niezawodnościową



Rys. 2. Równoległą strukturą niezawodnościową

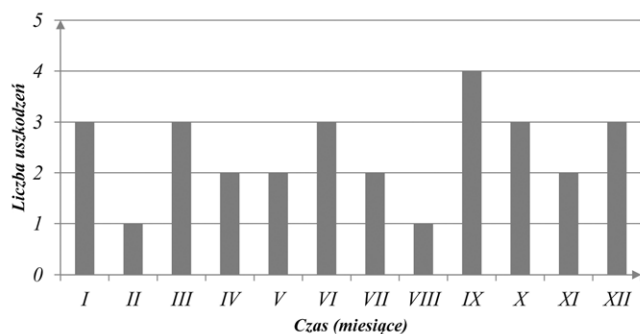


Rys. 3. Przykładowy histogram powstania uszkodzeń dla wirówki rolkowej

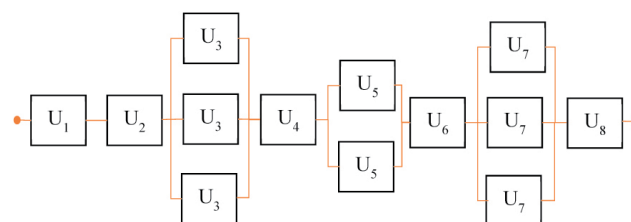
Przykład histogramu dla wybranego urządzenia produkcyjnego pokazano na rys. 3. Przykładowe zestawienie zbiorcze, stanowiące sumę algebraiczną ogółu uszkodzeń dla wszystkich maszyn w układzie technicznym linii produkcyjnej, przedstawia histogram na rys. 4. Wykaz przykładowych wskaźników zdatności funkcyjnej  $P_d$  dla pozostałych maszyn oraz wyznaczoną wartością niezawodności całego układu technicznego  $N_{ssr}$  przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2.** Wykaz wskaźników zdadności funkcyjnej i niezawodności dla linii produkcyjnej strunobetonowych wirowanych żerdzi elektroenergetycznych

Lp.	Nazwa maszyny na linii produkcyjnej	Oznaczenie maszyny na schemacie	Wskaźnik zdadności funkcyjnej $P_d$	Wskaźnik niezawodności linii produkcyjnej $N_{srr}$
1	Wózek transportowy z mieszanką betonową	$U_1$	0,995	0,976
2	Suwnica I	$U_2$	0,995	
3	Wirówka	$U_3$	0,991	
4	Przeznosnik rolkowy	$U_4$	0,994	
5	Zasilanie komór grzewczych	$U_5$	0,992	
6	Agregat chłodzący formy	$U_6$	0,997	
7	Agregat smarujący	$U_7$	0,990	
8	Suwnica II	$U_8$	0,995	



**Rys. 4.** Przykładowy histogram powstawania uszkodzeń dla linii produkcyjnej strunobetonowych żerdzi wirowanych



**Rys. 5.** Układ maszyn w strukturze szeregowo-równoległej linii produkcyjnej strunobetonowych wirowanych żerdzi elektroenergetycznych

Na podstawie danych zawartych w tabeli dobrano szeregowo-równoległy układ niezawodnościowy linii produkcyjnej. W przypadku urządzeń o najniższej wartości wskaźnika zdadności funkcyjnej  $P_d$  zdecydowano się na strukturę równoległą. W tym celu zostały zastosowane urządzenia rezerwowe (bliźniacze), tak aby awaryjność układu mogła być zminimalizowana. Optymalna struktura niezawodnościowa powinna być dobierana dla danej linii produkcyjnej ze względu na odmienny rodzaj i liczbę zastosowanych urządzeń. W tym celu należy m.in.:

- przeprowadzić analizę funkcjonalną elementów układu;
- zapoznać się z dokumentacją techniczno-ruchową maszyn, urządzeń i układu;
- przeprowadzić inwentaryzację z obserwacji pracy układu (dla układów istniejących);
- zrobić przegląd materiałów i kart informacyjnych zebranych od projektantów, producentów i użytkowników maszyn oraz urządzeń wchodzących w skład układu.

Korzystając z danych zawartych w tabeli 2, na rys. 5 przedstawiono układ maszyn dla przykładowej linii produkcyjnej strunobetonowych żerdzi wirowanych.

Niezawodność układu obliczona została na podstawie następującego wzoru:

$$N_{srr} = P_d^{U1} \cdot P_d^{U2} \cdot [1 - (1 - P_d^{U3})^3] \cdot P_d^{U4} \cdot [1 - (1 - P_d^{U5})^2] \cdot P_d^{U6} \cdot [1 - (1 - P_d^{U7})^3] \cdot P_d^{U8} \quad (5)$$

gdzie:

$N_{srr}$  – prawdopodobieństwo niewystąpienia uszkodzenia w strukturze szeregowo-równoległej;

$P_d^{U1}, P_d^{U2} \dots P_d^{Un}$  – wskaźnik zdadności funkcyjnej kolejnych maszyn. ■

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

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



# Diagnostyka transformatorów

Tadeusz Glinka, Sławomir Szymaniec

W literaturze [6.4, 6.11] wyróżnia się cztery grupy transformatorów trójfazowych w zależności od mocy znamionowej i napięcia:

- grupa I – transformatory olejowe o napięciu górnym 220 kV i wyższym lub o mocy znamionowej 100 MVA i wyższej bez względu na napięcie;
- grupa II – transformatory olejowe o mocy znamionowej większej niż 2,5–100 MVA, nie zaliczone do grupy I;
- grupa III – transformatory olejowe o mocy znamionowej do 2,5 MVA;
- grupa IV – transformatory w izolacji suchej zwykle i kompozytowe.

Transformatory po wyprodukowaniu są magazynowane, transportowane, instalowane na stanowiskach pracy i uruchamiane. Wszystkie te czynności powinny być wykonane zgodnie z instrukcją producenta podaną w dokumentacji techniczno-ruchowej, tzw. DTR.

Transformatory olejowe mają trzy podzespoły, które determinują ich poprawną i niezawodną pracę:

- transformator właściwy składający się z rdzenia, uzwojeń i układu izolacyjnego umieszczonych w kadzi olejowej;
- izolatory przepustowe i przekładniki prądowe zabudowane na kadzi transformatora;
- przełącznik zaczełów umieszczony w kadzi transformatora w oddzielnej komorze.

W diagnostyce należy zwrócić uwagę na te podzespoły transformatora, które mogą ulec uszkodzeniu, a wiedzę o tym czerpie się ze statystyki uszkodzeń. Postępująca utrata sprawności technicznej, prowadząca w konsekwencji do awarii transformatora, może być spowodowana:

- przegrzaniem izolacji papierowej;
- elektrycznymi wyładowaniami niepełnymi w izolacji;
- zesterzeniem się izolacji papierowo-olejowej;
- zawilgoceniem izolacji papierowo-olejowej;
- zanieczyszczeniem oleju cząstkami stałymi;
- obecnością korozyjnych związków siarki w oleju;
- zniszczeniem izolacji na blachach magnetycznych rdzenia;
- uszkodzeniem izolatorów przepustowych;
- niesprawnością przełączników zaczełów.

W warunkach eksploatacyjnych występują także awarie transformatorów technicznie sprawnych, zwykle spowodowane warunkami anormalnymi lub zdarzeniami nagłymi. Przypadki takie zostaną także przedstawione.

## 1. Diagnostyka offline oparta na badaniach okresowych oleju

Układ izolacyjny papierowo-olejowy uzwojeń transformatorów ma klasę cieplną A (105°C), przy czym dopuszczalna temperatura oleju będącego w kontakcie z powietrzem (tlenem) nie powinna przekraczać 95°C. Temperatura oleju 110°C już

powoduje znaczne przyspieszenie procesu starzenia się oleju. Transformatory olejowe eksploatowane zgodnie z Ramową Instrukcją Eksploatacji [6.14] pracują bezawaryjnie 30 i więcej lat. Takich transformatorów zainstalowanych w energetyce jest około 40%. Powolne starzenie się układu izolacyjnego jest zjawiskiem normalnym, związanym z czasem eksploatacji transformatora. Proces starzenia może ulec przyspieszeniu wskutek okresowego wzrostu temperatury uzwojeń i rdzenia ponad podane wartości graniczne dla izolacji klasy A. Przyspieszenie starzenia się izolacji papierowo-olejowej powodują także impulsy komutacyjne napięcia energoelektronicznych przemienników częstotliwości, drgania mechaniczne rdzenia i uzwojeń, utlenianie się oleju pod wpływem kontaktu z powietrzem atmosferycznym.

Układ izolacyjny transformatorów charakteryzują: wytrzymałość dielektryczna (napięcie przebicia), rezystywność izolacji, tangens kąta strat mocy ( $\text{tg}\delta$ ), podatność na wyładowania niepełne. Napięcie przebicia papieru nawojowego nasyczonego olejem silnie zależy od wilgotności. W procesie technologicznym transformatora izolacja papierowa jest suszona tak, aby zawartość wilgoci była mniejsza od 0,5%. Przy zawartości wilgoci papieru większej niż 3% napięcie przebicia zmniejsza się ponad 10% w stosunku do stanu wyjściowego. Występowanie wyładowań niepełnych powoduje, że w układzie izolacyjnym wydziela się wodór  $\text{H}_2$  i jego związki: metan  $\text{CH}_4$ , węglowodory parafinowe oraz węglowodory nienasycone, na przykład acetylen  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Duże wartości pochodnej napięcia na układzie izolacyjnym (np. generowane przez komutację zaworów energoelektronicznych) intensyfikują wyładowania niepełne, co w sposób znaczący przyspiesza wydzielenie się wodoru i jego związków. Na proces starzenia się oleju wpływa także temperatura uzwojeń i drgania.

Badania diagnostyczne transformatora offline wykonuje się okresowo poprzez analizę chromatograficzną gazów rozpuszczonych w oleju (ang. *dissolved gas analysis*, analiza DGA) i oznaczenie ich składu oraz koncentracji. Pobieranie oleju do badań i badania zawartości gazów w oleju wykonuje się zgodnie z zaleceniami podanymi w normach [6.7, 6.12]. Badania przeprowadza się w aparaturze chromatograficznej umożliwiającej pozyskanie w próżni gazu z oleju oraz jego analizę. Diagnostykę oleju transformatora przeprowadza się, oznaczając zawartości: wodoru, tlenu i dwutlenku węgla oraz węglowodorów: metanu, etanu, etylenu, acetyleny, propanu, propylenu i butanu. Ilość gazu wydzielonego z oleju oraz koncentrację poszczególnych składników gazowych, po przeliczeniu na ciśnienie 101,3 kPa i temperaturę 20°C, podaje się w [ $\mu\text{l}/\text{l}$  (ppm)] objętości gazu w stosunku do objętości oleju.

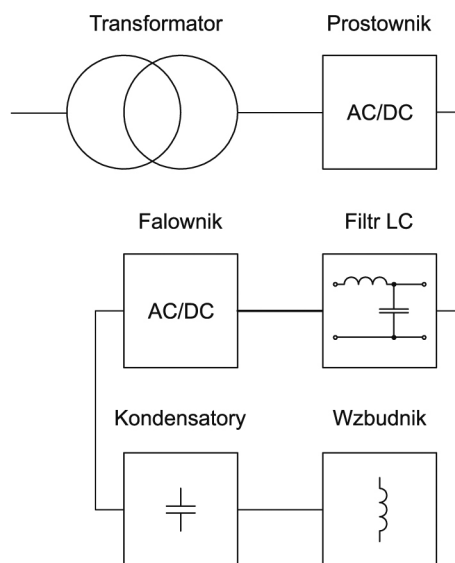
W tabeli 1 podano wartości dopuszczalne zawartości gazów w oleju i przykładowe wyniki analizy chromatograficznej z okresowych badań oleju dwóch transformatorów o zbliżonej mocy

Tabela 1. Przykładowe wyniki analizy chromatograficznej z okresowych badań oleju dwóch transformatorów o zbliżonej mocy znamionowej

Lp.	Składniki gazowe	Wartość dopuszczalna wg Energo pomiaru - Elektryka	Transformator 1000 kVA	Transformator 670 kVA
			6 kV/400 V	6 kV/590 V
μl/l (ppm)				
1	Wodór - H <sub>2</sub>	350	8	166
2	Metan - CH <sub>4</sub>	200	2	3528
3	Etan - C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	170	1	6195
4	Etylen - C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	260	brak	10860
5	Acetylen - C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	70	brak	10
6	Propan - C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	30	1	2280
7	Propylen - C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	40	2	32720
8	Butan - n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>		brak	620
9	Tlenek węgla - CO	260	89	269
10	Dwutlenek węgla - CO <sub>2</sub>	4000	1761	3541
11	Powietrze		52836	54211
12	Suma gazów palnych	2500	103	56648
13	Suma gazów w oleju		54700	114400
14	Ilorazy stężeń koncentracji gazów palnych	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,0	0,92 · 10 <sup>-3</sup>
15		CH <sub>4</sub> /H <sub>2</sub>	0,25	21,3
16		C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,0	1,75

znamionowej. Transformator o mocy znamionowej 1000 kVA jest transformatorem rozdzielczym i pracował ponad 10 lat. Podane w tabeli 1 wyniki badań pochodzą z 2013 r. Transformator o mocy znamionowej 670 kVA został wyprodukowany w 2006 r. i zainstalowany w 2007 r. Podane w tabeli 1 wyniki uzyskano na podstawie badań wykonanych w 2012 r., a więc po pięciu latach eksploatacji.

Transformator 1000 kVA ma wszystkie wskaźniki mniejsze od wartości dopuszczalnych, stan techniczny transformatora jest dobry. Transformator o mocy znamionowej 670 kVA ma wskaźniki większe w stosunku do wartości uznawanych za dopuszczalne. Ilorazy stężeń koncentracji gazów palnych w transformatorze 670 kVA (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) świadczą, że lokalnie temperatura izolacji mogła osiągać wartość w przedziale 300–700°C, a spowodowały to warunki pracy transformatora. Transformator trójfazowy o parametrach znamionowych: 670 kVA, 6 kV, 590 V, 64,47 A, 656,6 A, Dy<sub>0</sub>11; u<sub>z</sub>% = 5,85% zasilają cewkę wzbudnika pieca indukcyjnego poprzez przekształtnik energoelektroniczny z wyjściem jednofazowym (3xAC/DC/1xAC) – rys. 1. Piec odlewniczy indukcyjny podgrzewa i topi wsad w zmiennym polu magnetycznym. Strumień magnetyczny jest proporcjonalny do prądu cewki wzbudzającej. Wartość prądu i jego częstotliwość jest regulowana poprzez przekształtnik energoelektroniczny pracujący w układzie PWM (ang. *pulse-width modulation*). Częstotliwość napięcia wyjściowego falownika może być nastawiana w przedziale 70–9600 Hz.



Rys. 1. Schemat układu zasilania pieca indukcyjnego

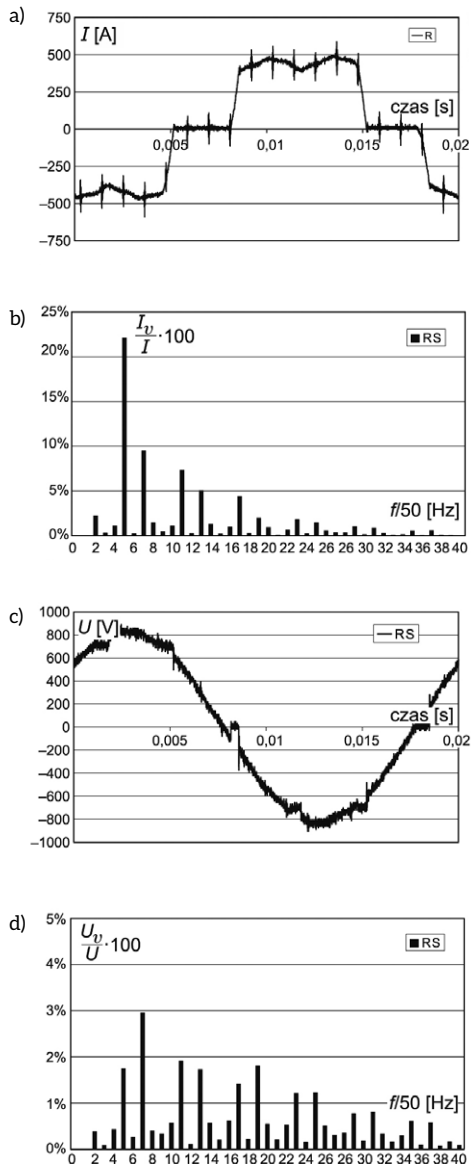
Napięcie zasilania transformatora jest sinusoidalne, zawartość wyższych harmonicznych nie przekracza 2%. Przebiegi prądu po stronie pierwotnej i napięcia po stronie wtórnej transformatora przedstawiono na rys. 2.

Na podstawie zarejestrowanych przebiegów obliczono: współczynnik odkształcenia prądu THDi = 26% i współczynnik odkształcenia napięcia THDu = 5,5%. Współczynnik odkształcenia prądu pobieranego z sieci jest znaczny, natomiast współczynnik odkształcenia napięcia międzyfazowego jest pięciokrotnie mniejszy. W przebiegu prądu (rys. 2 a) są widoczne skokowe zmiany prądu wywołane przełączaniem kluczy energoelektronicznych. Pochodne prądu w punktach komutacyjnych prostowników generują napięcie oddziałujące na układ izolacyjny uzwojeń.

Na rys. 3 przedstawiono przebieg napięcia między fazą uzwojenia a kadzią transformatora i spektrum harmoniczne tego napięcia. Układ izolacyjny uzwojeń transformatora jest poddany działaniu tego napięcia.

Współczynnik odkształcenia napięcia między uzwojeniem nn a kadzią transformatora THDiz = 113%, lecz nie współczynnik odkształcenia wpływa na przyspieszone starzenie układu izolacyjnego, a szybkość (pochodna) zmiany napięcia. Pochodna zmiany napięcia na układzie izolacyjnym uzwojenia, w czasie komutacji zaworów energoelektronicznych, wynosi 1100 V/ms. Dla porównania maksymalna szybkość zmiany napięcia w układzie izolacyjnym transformatora, przy napięciu sinusoidalnym, wynosi: po stronie wtórnej 0,15 V/ms, a po stronie pierwotnej 1,54 V/ms.

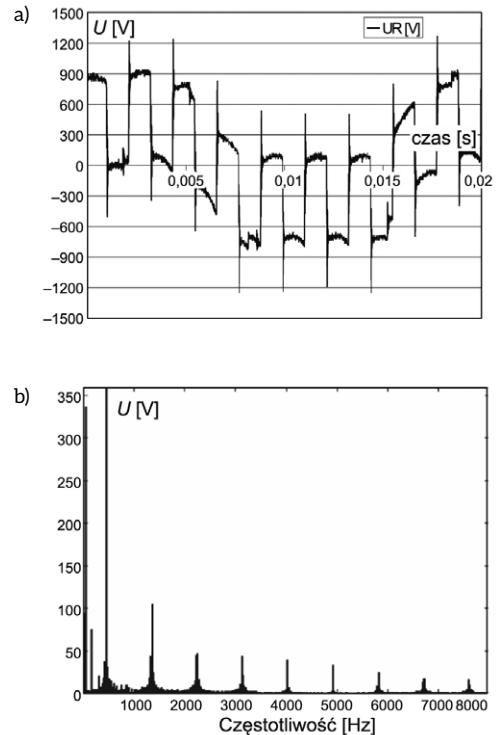
Szybkość zmiany impulsów napięcia w układzie izolacyjnym jest 700 razy większa niż szybkość zmiany napięcia w transformatorach energetycznych pracujących przy obciążeniu prądem sinusoidalnym. Impulsy te powtarzają się z częstotliwością komutacji zaworów energoelektronicznych i one determinują



**Rys. 2.** Przebieg prądu pierwotnego i napięcia wtórnego transformatora 670 kVA: a) przebieg czasowy prądu; b) wyższe harmoniczne prądu; c) przebieg napięcia międzyfazowego; d) wyższe harmoniczne napięcia

przyspieszone starzenie się izolacji papierowej. Układ izolacyjny między uzwojeniem a kadzią transformatora jest układem szeregowym: papier – olej. Papier ma względną przenikalność elektryczną ok. 10 razy mniejszą od oleju i jest bardziej niż olej podatny na degradację.

Wytrzymałość elektryczna papieru jest współzależna od wytrzymałości mechanicznej na rozerwanie, a ta zależy od długości łańcucha celulozy, to jest stopnia polimeryzacji DP. Zmniejszenie wytrzymałości papieru na rozerwanie o 50% w stosunku do wytrzymałości papieru nowego odpowiada 50-procentowemu zużyciu izolacji. Zmniejszenie wytrzymałości na rozerwanie do 20% wytrzymałości izolacji nowej jest uważane za 100-procentowe zużycie elektryczne. Procesowi starzenia się izolacji zwojowej transformatora towarzyszy powstawanie związków furanu, które są produktami degradacji



**Rys. 3.** Napięcie między uzwojeniem nn a kadzią transformatora: a) przebieg; b) rozkład harmoniczny

cieplnej lub hydrolytycznej celulozy rozpuszczonej w oleju. Oznaczenie ilości furanu znajdującego się w oleju jest pomocne w ocenie stopnia zesterzenia izolacji celulozowej transformatora. Związki furanu powstają wyłącznie w wyniku degradacji papieru (celulozy) i są możliwe do wykrycia w oleju transformatora. Określenie ilościowe związków furanu w [ $\mu\text{l/l}$  (ppm)] daje informację o stopniu zużycia izolacji papierowej bez konieczności wykonania badań inwazyjnych poprzez badania stopnia polimeryzacji DP próbek papieru zdjętego z uzwojeń transformatora. Badania wykonuje się zgodnie z normą [6.3] przez ekstrakcję furanu za pomocą acetonitrylu. W celu wykrycia obecności poszczególnych związków furanu ekstrakt poddaje się analizie na chromatografie cieczowym wysokiej rozdzielczości HPLC.

Występuje pięć związków furanu w postaci: 2-furfuralu, 5-hydroksymetylo-2-furfuralu, alkoholu 2-furfurylowego, 2-acetylofuranu, 5-metylo-(2-furfuralu). Ze względu na zesterzenie cieplne izolacji papierowej najważniejszym związkiem dla diagnostyki jest wskaźnik 2FAL (2-furfural), który jest dobrze skorelowany z wytrzymałością mechaniczną celulozy. Wyznaczone w próbkach oleju badanego transformatora o mocy znamionowej 670 kVA zawartości związków furanu zamieszczono w tabeli 2.

Na podstawie wykonanych przez Energopomiar-Elektrykę badań statystycznych około tysiąca transformatorów energetycznych określono wskaźniki 2FAL w oleju transformatorowym charakteryzujące stopień zesterzenia izolacji papierowej – tabela 3.



Tabela 2. Zawartość związków furanu w oleju transformatora 670 kVA

Związki furanu	Wyniki pomiarów
	$\mu\text{l/l}$ (ppm)
2FAL (2-furfural)	6,96*
5HMF (5-hydroksymetylo-2-furfural)	0,21
2FOL (alkohol 2-furfurylowy)	0,40
2ACF (2-acetylofuran)	0,05
5MEF (5-metylo-2-furfural)	0,16

\* Wartość związku 2FAL > 5 wskazuje na bardzo wysoki stopień degradacji celulozy

Tabela 3. Wskaźniki 2FAL w oleju charakteryzujące stopień zesterzenia izolacji papierowej

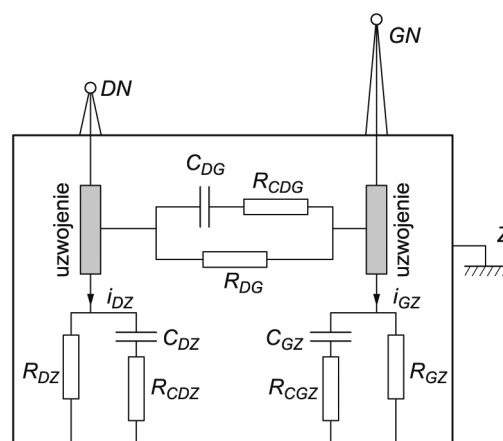
Zawartość 2FAL w oleju transformatora	Ocena stopnia zesterzenia izolacji papierowej
ppm	
0,00	brak zesterzenia
0,01-0,20	początkowy stopień zesterzenia, nieskutkujący negatywnymi zmianami wytrzymałości mechanicznej celulozy
0,20-1,00	starzenie naturalne wywołujące stopniowo negatywne zmiany w wytrzymałości mechanicznej celulozy; typowe dla większości transformatorów w eksploatacji
1,01-2,00	znaczny stopień zesterzenia w transformatorach o długotrwałej eksploatacji, często z rozwijającymi się uszkodzeniami typu niskotemperaturowych przegrzań wewnętrznych; występują także inne związki podane w tabeli 2
> 2,01	zaawansowany stopień zesterzenia zazwyczaj o przyspieszonym przebiegu i znaczących przyrostach furanów
> 5,00	prawie zupełny, rzadko spotykany stopień zesterzenia wskazujący na bardzo wysoki stopień degradacji celulozy wskutek wewnętrznego wysokotemperaturowego przegrzania transformatora

## 2. Diagnostyka transformatora na podstawie parametrów układu izolacyjnego

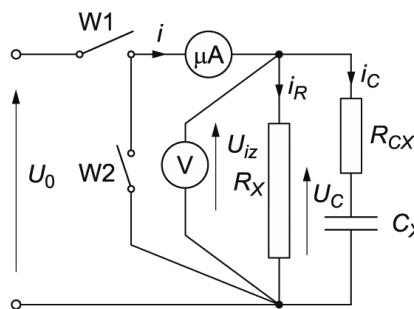
Układ izolacyjny uzwojeń transformatora charakteryzuje się pojemnością i stratnością – rys. 4. Napięcie na uzwojeniu wymusza prądy upływu płynące przez układ izolacyjny uzwojenia:

- $i_{DG}(t)$  między uzwojeniem dolnego napięcia (DN) a uzwojeniem górnego napięcia (GN);
- $i_{DZ}(t)$  między uzwojeniem dolnego napięcia (DN) a ziemią (Z);
- $i_{GZ}(t)$  między uzwojeniem górnego napięcia (GN) a ziemią (Z).

Układ izolacyjny jest wielowarstwowy o parametrach rozłożonych. W literaturze przebiegi napięć i prądów w układzie izolacyjnym interpretuje się poprzez elektryczne schematy zastępcze. Jeden prosty schemat zastępczy nie odtwarza wszystkich stanów napięciowo-prądowych układu izolacyjnego, co zostanie wykazane. Na rys. 5 przedstawiono schemat zastępczy jednej ścieżki układu izolacyjnego, przy czym dla uproszczenia



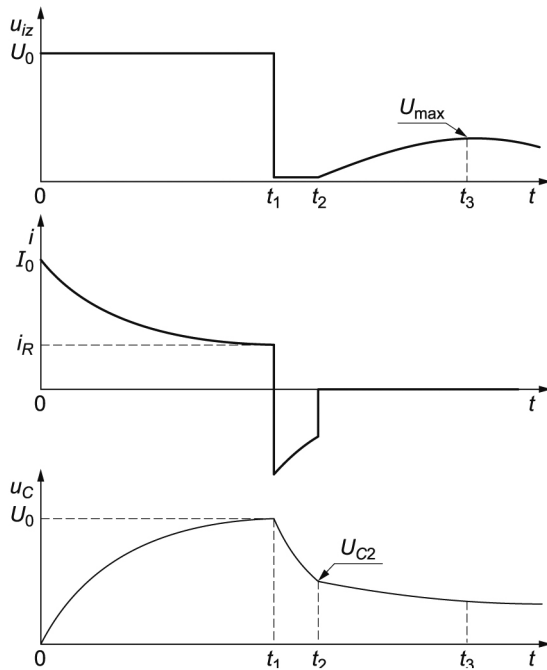
Rys. 4. Elektryczny schemat zastępczy układu izolacyjnego transformatora



Rys. 5. Interpretacja na schemacie zastępczym ładowania i rozładowania układu izolacyjnego napięciem stałym

parametry układu izolacyjnego zapisano:  $R_X$ ,  $C_X$ ,  $R_{CX}$ , gdzie  $X$  dla poszczególnych ścieżek oznacza  $DG$ ,  $DZ$ ,  $GZ$ . Są jeszcze inne ścieżki, niezaznaczone na rys. 4, na przykład:  $D(G+Z)$ ,  $G(D+Z)$ ,  $G(D+E)$ ,  $G(Z+E)$ ,  $D(Z+E)$ , gdzie:  $D$  oznacza uzwojenie dolnego napięcia,  $G$  – górnego napięcia,  $E$  – ekran,  $Z$  – ziemię (każdy transformatora). Parametry układu izolacyjnego  $R_X$ ,  $C_X$ ,  $R_{CX}$  można badać napięciem stałym bądź napięciem przemiennym.

Badanie napięciem stałym polega na skokowym załączeniu (w chwili  $t = 0$ ) napięcia stałego  $U_0$  na nienaładowany układ izolacyjny i rejestracji przebiegu prądu  $i(t)$  i napięcia  $u_{iz}(t)$  w układzie pomiarowym jak na rys. 5. Po ustaleniu się prądu, co trwa ok. 300 s (jest to chwila  $t_1$ ), wyłącza się napięcie  $U_0$  (wyłącznikiem  $W1$ ) i zwiera się układ izolacyjny (wyłącznikiem  $W2$ ). Czas zwarcia układu izolacyjnego trwa do chwili  $t_2$  i wynosi:  $\Delta t_z = t_2 - t_1$ . Czas  $\Delta t_z$  może wynosić od kilku do kilkudziesięciu sekund, jest to zależne od mocy i napięcia znamionowego uzwojenia i od stanu technicznego układu izolacyjnego. Napięcie na pojemnościach wewnętrznych układu izolacyjnego w czasie zwarcia zmniejsza się do wartości  $U_{C2}$ . Po rozwarciu układu izolacyjnego w czasie  $t_2$  (wyłącznikiem  $W2$ ) napięcie na układzie izolacyjnym  $u_{iz}(t)$  odbudowuje się do



Rys. 6. Przebiegi: napięcia na układzie izolacyjnym  $u_{iz}(t)$ , prądu ładowania  $i(t)$  i napięcia na pojemności układu izolacyjnego  $u_C(t)$

wartości maksymalnej  $U_{max}$ , którą to wartość osiąga w czasie  $t_3$ . W literaturze napięcie to jest także nazywane napięciem powrotnym. Następnie napięcie powrotne zmniejsza się powoli do zera, układ izolacyjny samoistnie rozładowuje się. Obrazowo przebiegi czasowe: napięcia na układzie izolacyjnym  $u_{iz}(t)$  i prądu  $i(t)$ , wielkości mierzone miernikami V,  $\mu A$ , oraz napięcie na pojemności  $u_C(t)$ , wielkość niemierzalna, przedstawiono na rys. 6.

### Badanie napięciem stałym

Przebiegi napięcia  $u_{iz}(t)$  i prądu  $i(t)$ , w przedziale czasowym  $0 \leq t < t_1$ , w sposób poprawny symuluje schemat zastępczy przedstawiony na rysunku 5.

$$\left. \begin{aligned} u_{iz}(t) &= U_0 \\ i(t) &= I_R + (I_0 - I_R)e^{-\frac{t}{T_1}} \\ u_C &= U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{T_1}}\right) \\ T_1 &= R_{CX}C_X \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

W diagnostyce układu izolacyjnego wykorzystuje się przebiegi napięcia  $u_{iz}(t)$  i prądu  $i(t)$  do wyznaczenia współczynnika absorpcji izolacji. Współczynnik absorpcji wyznacza się z pomiaru wartości napięcia  $U_0$  i prądu po 15 i 60 sekundach (lub też po 300 s, względnie 600 s), licząc od chwili załączenia napięcia, to jest  $I_{15}$  i  $I_{60}$ .

$$\left. \begin{aligned} \frac{I_{15}}{I_{60}} &= \frac{R_{60}}{R_{15}} \\ R_{15} &= \frac{U_0}{I_{15}} \\ R_{60} &= \frac{U_0}{I_{60}} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Jeśli stan ustalony uzyskuje się po 300 s lub 600 s, to w równaniu (2) zamiast 60 należy podstawić 300 bądź 600.

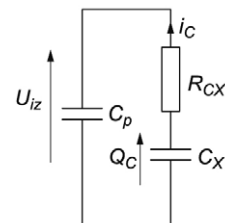
Z punktu widzenia elektrotechniki rezystancje  $R_{15}$  i  $R_{60}$  w równaniach (2) zawierają także pojemności, nie są to czyste rezystancje, jednak w praktyce diagnostycznej izolacji transformatorów i maszyn elektrycznych nazwa ta jest powszechnie używana.

Przebiegi napięcia  $u_{iz}(t)$  i prądu  $i(t)$  w przedziale czasowym  $t_1 < t < t_2$  także w sposób poprawny symuluje schemat zastępczy jak na rys. 5.

$$\left. \begin{aligned} u_{iz}(t) &= 0 \\ i(t) &= (I_0 - I_R)e^{-\frac{t}{T_1}} \\ u_C(t) &= U_0 e^{-\frac{t}{T_1}} \\ T_1 &= R_{CX}C_X \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Schemat zastępczy z rys. 5 nie odtwarza, w przedziale czasowym  $t_2 < t < t_3$ , przebiegu odbudowy napięcia  $u_{iz}(t)$ . Na pojemności układu izolacyjnego jest zgromadzony ładunek elektryczny  $Q_C$ , który po rozwarciu układu izolacyjnego wymusza przebieg odbudowy napięcia od zera do wartości  $U_{max}$ . W tym przypadku przebieg zjawiska można opisać innym schematem zastępczym, na przykład schematem przedstawionym na rys. 7.

Rys. 7. Schemat zastępczy układu izolacyjnego do interpretacji zjawiska odbudowy napięcia



Równania opisujące zjawisko odbudowy napięcia:

$$\left. \begin{aligned} Q_C &= C_X U_{C2} \\ u_{iz}(t) &= U_{max} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_2}}\right) \\ i_C(t) &= \frac{C_p U_{max}}{T_2} e^{-\frac{t}{T_2}} \\ T_2 &= R_X (C_X + C_p) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Przebieg napięcia  $u_{iz}(t)$  w przedziale czasowym  $t_3 < t < \infty$  także w sposób poprawny symuluje schemat zastępczy jak na rys. 5.

$$\left. \begin{aligned} u_{iz}(t) &= U_{max} \left( 1 - e^{-\frac{t}{T_3}} \right) \\ T_3 &= (R_X + R_{CX})C_X \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Wszystkie oznaczenia we wzorach są podane na rys. 5, 6, 7.

**Przykład 1**

Stan ustalony uzyskuje się po 300 s. Parametrami diagnostycznymi przy badaniach układu izolacyjnego napięciem stałym są:

- rezystancje  $R_{15}$  i  $R_{60}$  oraz w stanie elektrycznie ustalonym  $R_{300}$ , wyznaczana po czasie 300 s od chwili załączenia napięcia  $U_0$ ;
- współczynniki absorpcji  $R_{60}/R_{15}$  i  $R_{600}/R_{60}$ ;
- czas zwarcia  $T_z$  i wartość maksymalna odbudowanego napięcia  $U_{max}$ .

W tabelach 4 i 5 podano przykładowe wyniki wymienionych parametrów diagnostycznych układu izolacyjnego transformatorów.

**Badanie napięciem przemiennym**

Prąd upływu w układzie izolacyjnym transformatora przy napięciu przemiennym ma dwie składowe: pojemnościową  $i_{CX}(t)$  i rezystancyjną  $i_{RX}(t)$ , gdzie  $X$  oznacza ścieżkę pomiarową: DG, DZ, GZ – rys. 4.

Stosunek wartości skutecznych składowej rezystancyjnej prądu  $I_{RX}$  do składowej pojemnościowej  $I_{CX}$  jest definicją stratności dielektrycznej układu izolacyjnego

$$\text{tg} \delta = \frac{I_{RX}}{I_{CX}} \quad (6)$$

Stratność układu izolacyjnego jest interpretowana na schemacie zastępczym uproszczonym do dwóch elementów  $R_X$  i  $C_X$  połączonych równolegle bądź szeregowo. Pomiaru  $\text{tg} \delta$  zaleca się wykonywać dla transformatorów [6.7, 6.8] grupy I i II.

W tabeli 6 podano wartości współczynnika stratności autotransformatora o mocy 160 MVA w kolejnych latach eksploatacji [6.3].

W transformatorach nowych pomiar współczynnika  $\text{tg} \delta$  układu izolacyjnego ma na celu ocenę jakości wykonania izolacji oraz stanowi bazę odniesienia w diagnostyce eksploatacyjnej. W diagnostyce eksploatacyjnej ważne jest śledzenie zmian współczynnika  $\text{tg} \delta$  w czasie w porównaniu ze stanem wyjściowym. Współczynnik  $\text{tg} \delta$  mierzony w kolejnych latach zawiera zatem informację o postępującej zmianie właściwości układu izolacyjnego. Współczynnik  $\text{tg} \delta$  umożliwia także wykrycie postępującego zawilgocenia izolacji i pojawiającego się zanieczyszczenia oleju. Wadą pomiarów  $\text{tg} \delta$  jest sumaryczny charakter informacji (informacja dotyczy zmian zachodzących w całej objętości układu izolacyjnego);  $\text{tg} \delta$  nie ujawnia miejscowego osłabienia izolacji, a prawdopodobieństwo przebicia

**Tabela 4.** Wyniki pomiarów rezystancji izolacji nowego transformatora 25 MVA (pomiar wykonano w temperaturze 29°C)

Ścieżka pomiarowa	Rezystancja w [MΩ] po czasie w [s]			$R_{60}/R_{15}$	$R_{300}/R_{60}$
	15	60	300		
G(D+Z)	4200	6600	12500	1,53	1,89
D(G+Z)	1600	3200	9000	2,00	2,81
G(D+E)	31000	65000	100000	2,12	1,54
G(Z+E)	2100	2400	2600	1,14	1,08
D(Z+E)	3000	4500	9500	1,50	2,11

**Tabela 5.** Wyniki pomiarów rezystancji izolacji transformatora 31,5 MVA (po 37 latach eksploatacji, pomiar wykonano w temperaturze 30°C)

Ścieżka pomiarowa	Rezystancja w [MΩ] po czasie w [s]			$R_{60}/R_{15}$	$R_{300}/R_{60}$
	15	60	300		
G(D+Z)	33	34	35	1,03	1,03
D(G+Z)	18	19	20	1,05	1,05
G(D+E)	45	48	48	1,07	1,00
G(Z+E)	100	110	111	1,10	1,01
D(Z+E)	35	36	36	1,03	1,00

**Tabela 6.** Współczynnik stratności  $\text{tg} \delta$  przeliczony na temperaturę 30°C [6.3]

Lata eksploatacji	$\text{tg} \delta$ w [%] w temperaturze umownej 30°C			Uwagi
	Ścieżka pomiarowa			
	G(D+E)	G(D+Z)	D(G+Z)	
0		0,58		Wyniki badań właściwości oleju po 16 latach eksploatacji pokazują, że osiągnięte zostały wartości graniczne
1	0,24	0,80	0,40	
5,5	0,38	1,24	0,76	
11,2	0,65	1,99	1,46	
16	0,95	2,6	1,94	
22,5	3,95	4,89	3,85	

układu izolacyjnego jest zwykle miejscowe. Wartość współczynnika  $\text{tg} \delta$  w diagnostyce izolacji jest tylko jednym ze wskaźników oceny stanu technicznego izolacji.

**3. Diagnostyka przełącznika zaczepów**

W transformatorach energetycznych rozdzielczych jest wymagana regulacja napięcia. Regulacja ta odbywa się poprzez zmianę liczby zwojów jednego z uzwojeń, najczęściej uzwojenia o wyższym napięciu. Rozpatrywane uzwojenie na końcu z określonej partii zwojów ma wyprowadzone zaczepty, które są połączone z przełącznikiem zaczepów. Stosowane są trzy rodzaje



zaczepów regulacyjnych napięcia pod obciążeniem: liniowe, odwrócone (plus/minus) i zgrubno-dokładne. Konstrukcja przełączników zaczepów jest dostosowana do tego sposobu regulacji napięcia. Przełącznik zaczepów jest umieszczony w kadzi transformatora w oddzielnej komorze wypełnionej olejem transformatorowym.

Zaczepy liniowe są usytuowane na końcu uzwojenia fazowego. Zakres regulacji napięcia jest równy napięciu na zaczepek uzwojenia. Przełączanie jest realizowane na przełączniku liniowym typu L (bez wybieraka przełączającego).

Uzwojenie regulacyjne plus/minus nie jest na trwałe galwanicznie połączone z uzwojeniem fazowym. Przełącznik zaczepów typu R jest wyposażony w wybierak do przełączania plus/minus uzwojenia regulacyjnego. Zakres regulacji napięcia jest dwukrotnie większy od wartości napięcia uzwojenia regulacyjnego.

Uzwojenie regulacyjne zgrubno-dokładne jest podzielone. Zaczep do regulacji zgrubnej jest wyprowadzony z uzwojenia fazowego, a uzwojenie do regulacji dokładnej jest wydzielone i nie jest galwanicznie połączone z uzwojeniem fazowym. Wybierak przełączający do przełączania zgrubno-dokładnego jest typu D. Zakres regulacji napięcia jest równy sumie napięcia na zaczepek zgrubnym i na zaczepek dokładnych.

Użytkownik transformatora nie musi wiedzieć, jaki rodzaj regulacji napięcia i jaki przełącznik jest w transformatorze. Każdy z przełączników zaczepów ma elektryczne styki przełączające i elektromechaniczny układ napędowy, które z czasem zużywają się i mogą ulec awarii w czasie eksploatacji. Przyczyną uszkodzenia może być zbyt delikatna konstrukcja przełącznika bądź intensywne jego eksploatacja. Przeciężenia prądowe powodują przegrzewanie się styków, a przepięcia i iskrzenie opalanie styków. Duża liczba przełączeń powoduje ścieranie się elementów przełączających i elementów mechanicznych, utratę tolerancji i powstawanie luzów. Iskrozenie i łuk elektryczny powstające w czasie przełączania styków powodują degradację izolacji przełącznika i oleju.

Cena przełącznika zaczepów stanowi mniej niż 10% ceny transformatora, natomiast przełącznik zaczepów determinuje w dużym stopniu, nieproporcjonalnym do ceny, niezawodność pracy transformatora. Diagnostyka przełącznika zaczepów obejmuje:

- pomiar online temperatury oleju;
- badanie DGA oleju;
- pomiar rezystancji styków przełącznika;
- pomiar czasów własnych przełącznika;
- sprawdzenie działania układu napędowego.

Pomiar temperatury oleju w kadzi transformatora i w komorze przełącznika zaczepów jest prowadzony w sposób ciągły. W stanie normalnym, gdy przełącznik jest sprawny, temperatura oleju w komorze przełącznika jest niższa niż temperatura oleju w kadzi transformatora. Jeśli jest inaczej, to jest to pierwszy sygnał o niesprawności przełącznika zaczepów.

Badania DGA oleju w komorze przełącznika są prowadzone okresowo, podobnie jak oleju w kadzi transformatora, a zostały one omówione w p. 1.

Pomiar rezystancji styków przełącznika jest wykonywany poprzez pomiar rezystancji uzwojenia przy położeniu przełącznika zaczepów na kolejnych zaczepek. Pomiar przeprowadza się prądem stałym metodą techniczną. Należy zwrócić szczególną uwagę na bezpieczeństwo. Przy załączaniu napięcia stałego i wyłączaniu prądu we wszystkich uzwojeniach indukują się napięcia. Te napięcia są szczególnie duże przy wyłączaniu prądu. Wszystkie uzwojenia, w których rezystancja nie jest mierzona, powinny być zwarte. Przełącznik zaczepów może być zabudowany na uzwojeniu gwiazdowym transformatora bądź na uzwojeniu trójkątnym. Mierzy się wówczas rezystancję fazową  $R_{A0}$ ,  $R_{B0}$ ,  $R_{C0}$  bądź międzyfazową  $R_{AB}$ ,  $R_{BC}$ ,  $R_{CA}$ . Różnica w wartościach rezystancji na poszczególnych zaczepek i fazach uzwojenia przekraczająca 5% może świadczyć o powiększonej wartości rezystancji styku na zaczepek.

Pomiar czasów przełączania przeprowadza się poprzez rejestrację prądu stałego w czasie przełączania zaczepów od minimalnego do maksymalnego. Jeśli przełącznik zaczepów znajduje się na uzwojeniu gwiazdowym z wyprowadzonym punktem zerowym, to uzwojenia faz A, B, C można połączyć równolegle i zasilić je prądem stałym. Przełączając zaczepy przełącznika, rejestruje się równocześnie prądy  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  w uzwojeniach. Zapis prądów umożliwia zarówno odczyt czasów przełączania zaczepów, jak i równoczesność przełączania zaczepów na poszczególnych fazach. Jeśli uzwojenie regulacyjne jest połączone w trójkąt bądź w gwiazdę bez wyprowadzonego punktu zerowego, to zasila się prądem stałym dwie fazy, kolejno: AB, BC, CA. Degradacja styków i układu mechanicznego przełącznika na poszczególnych fazach zwykle nie jest identyczna. Porównując z sobą zarejestrowane przebiegi prądu i napięcia, można ocenić: wartości rezystancji styków, czasy przełączania i jednoczesność przełączenia na poszczególnych zaczepek w fazach A, B, C. Wyniki te w sumie pozwalają ocenić w sposób jednoznaczny, stan techniczny przełącznika zaczepów.

Układ napędowy przełącznika zaczepów obejmuje: silnik elektryczny zwykle asynchroniczny klatkowy z hamulcem, przekładnię mechaniczną kątową, sprzęgła, wałki napędowe i przeguby. Poprawne działanie układu napędowego można ocenić poprzez zarejestrowanie przebiegów napięcia i prądu silnika w czasie przełączania. Analiza przebiegów napięcia, prądu i mocy i ich porównanie z wynikami wzorcowymi (korzystnie układu nowego) umożliwia ocenę sprawności technicznej układu napędowego. ■

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

Fragment pochodzi z książki: *Eksploatacja i diagnostyka maszyn elektrycznych i transformatorów*, Tadeusz Glinka, Sławomir Szymaniec  
Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019

# 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>Induprogres Sp. z o.o.</b> ul. Trakt Lubelski 404 04- 667 Warszawa	tel. 22 290 31 78 wew. 2 → 1 e-mail: biuro@induprogres.pl www.induprogres.pl  InduProgress – oficjalny dystrybutor automatyki przemysłowej firmy Delta Electronics w Polsce. Nasza oferta obejmuje m.in. produkty z obszarów takich jak: sterowanie i wizualizacja procesów, technika napędowa, sterowanie CNC, systemy wizyjne, robotyka przemysłowa.
<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>SAP-WELD Sp. z o.o.</b> ul. Mysłowicka 1 61-343 Poznań	tel. 618 700 780 fax 618 870 072 e-mail: robotyka@sapweld.pl www.sapweld.pl  Integrujemy zrobotyzowane stanowiska, w oparciu o komponenty firmy OTC-Daihen. Posiadamy licencję firmy Delfoi, na wdrażanie oprogramowania off-line (Delfoi-ARC) do robotów przemysłowych. Oferujemy automatykę, technikę i napędy liniowe marki IAI – roboty kartezyjskie, SCARA, robo-cylindry.
<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.

Automatyka przemysłowa		
<p><b>COMPARTA Zajdel Sp. z o.o.</b> ul. Marmurowa 7 05-077 Warszawa-Wesoła</p>	<p>e-mail: <a href="mailto:comparta@comparta.pl">comparta@comparta.pl</a> <a href="http://www.comparta.pl">www.comparta.pl</a></p>	<p>Oferuje:</p> <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> <p>Zapraszamy do sklepu internetowego COMPARTA24.PL</p>
<p><b>Endress+Hauser Polska sp. z o.o.</b> Wołowska 11 51-116 Wrocław</p>	<p>tel. 71 773 00 00 e-mail: <a href="mailto:info.pl@endress.com">info.pl@endress.com</a></p>	<p>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.</p>
<p><b>Fatek Polska Sp. z o.o.</b> ul. Siwka 11 31-588 Kraków</p>	<p>tel. 533 329 921 e-mail: <a href="mailto:info@fatekpolka.pl">info@fatekpolka.pl</a> <a href="http://www.fatek.pl">www.fatek.pl</a></p>	<p>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.</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: <a href="mailto:finder.pl@findernet.com">finder.pl@findernet.com</a> <a href="http://www.findernet.com">www.findernet.com</a></p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</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>Induprogres Sp. z o.o.</b> ul. Trakt Lubelski 404 04- 667 Warszawa</p>	<p>tel. 22 290 31 78 wew. 2 → 1 e-mail: <a href="mailto:biuro@induprogres.pl">biuro@induprogres.pl</a> <a href="http://www.induprogres.pl">www.induprogres.pl</a></p>	<p>InduProgress – oficjalny dystrybutor automatyki przemysłowej firmy Delta Electronics w Polsce. Nasza oferta obejmuje m.in. produkty z obszarów takich jak: sterowanie i wizualizacja procesów, technika napędowa, sterowanie CNC, systemy wizyjne, robotyka przemysłowa.</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: <a href="mailto:krakow@multiprojekt.pl">krakow@multiprojekt.pl</a> <a href="http://www.multiprojekt.pl">www.multiprojekt.pl</a></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>N.B.C. Polska Sp. z o.o.</b> ul. Złoty Potok 10/16 02-699 Warszawa</p>	<p>tel. 22 855 18 30 e-mail: <a href="mailto:nbc@nbc-el.pl">nbc@nbc-el.pl</a> <a href="http://www.nbc-el.pl">www.nbc-el.pl</a></p>	<p>Oferujemy szeroką gamę wysokiej jakości włoskich czujników tensometrycznych, standardowych i projektowanych na zamówienie, akcesoria do czujników, torsjometry, mierniki wagowe z wieloma typami interfejsów, moduły dozujące, ograniczniki do dźwigów i suwnic z rejestratorem danych, wagi dynamometryczne.</p>



Automatyka przemysłowa (cd.)		
<p><b>PI-TRONIX Sp. j.</b> ul. Zwierzchowskiego 5 A 61-248 Poznań</p>	<p>tel. 606 757 477 e-mail: biuro@pi-tronix.com pi-tronix.com.pl</p>	<p>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.</p>
<p><b>SAP-WELD Sp. z o.o.</b> ul. Mysłowicka 1 61-343 Poznań</p>	<p>tel. 618 700 780 fax 618 870 072 e-mail: robotyka@sapweld.pl www.sapweld.pl</p>	<p>Integrujemy zrobotyzowane stanowiska, w oparciu o komponenty firmy OTC-Daihen. Posiadamy licencję firmy Delfoi, na wdrażanie oprogramowania off-line (Delfoi-ARC) do robotów przemysłowych. Oferujemy automatykę, technikę i napędy liniowe marki IAI – roboty kartejskie, SCARA, robo-cylindry.</p>
<p><b>SKAMER-ACM Sp. z o.o.</b> ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów</p>	<p>tel. 14 63 23 400 e-mail: tarnow@skamer.pl www.skamer.pl</p>	<p>SKAMER-ACM to sprawdzony partner w pomiarach, automatyce przemysłowej i robotyce. Działalność firmy obejmuje: prefabrykację szaf sterowniczych i rozdzielni; sprzedaż urządzeń i systemów branży AKPiA, systemy wizualizacji procesów przemysłowych; systemy monitoringu, efektywności produkcji i energii; pomiary wilgotności i tlenu w gazach; instalacje elektryczne, teletechniczne i HVAC; 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, oznakowanie maszyn znakiem CE.</p>
Energoelektronika		
<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przekaźniki przemysłowe i mocy;</li> <li>• przekaźniki interfejsowe;</li> <li>• przekaźniki półprzewodnikowe;</li> <li>• przekaźniki nadzorcze i czasowe;</li> <li>• przekaźniki bistabilne;</li> <li>• urządzenia do termoregulacji przemysłowej;</li> <li>• zasilacze impulsowe;</li> <li>• moduły serwisowe i wiele innych.</li> </ul>
Aparatura kontrolno-pomiarowa		
<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przekaźniki przemysłowe i mocy;</li> <li>• przekaźniki interfejsowe;</li> <li>• przekaźniki półprzewodnikowe;</li> <li>• przekaźniki nadzorcze i czasowe;</li> <li>• przekaźniki bistabilne;</li> <li>• urządzenia do termoregulacji przemysłowej;</li> <li>• zasilacze impulsowe;</li> <li>• moduły serwisowe i wiele innych.</li> </ul>

Mechatronika		
<p><b>SAP-WELD Sp. z o.o.</b> ul. Mysłowicka 1 61-343 Poznań</p>	<p>tel. 618 700 780 fax 618 870 072 e-mail: robotyka@sapweld.pl www.sapweld.pl</p>	<p>Integrujemy zrobotyzowane stanowiska, w oparciu o komponenty firmy OTC-Daihen. Posiadamy licencję firmy Delfoi, na wdrażanie oprogramowania off-line (Delfoi-ARC) do robotów przemysłowych. Oferujemy automatykę, technikę i napędy liniowe marki IAI – roboty kartezyjskie, SCARA, robo-cylindry.</p>
Systemy zasilające		
<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: 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>
Robotyka		
<p><b>Induprogres Sp. z o.o.</b> ul. Trakt Lubelski 404 04-667 Warszawa</p>	<p>tel. 22 290 31 78 wew. 2 → 1 e-mail: biuro@induprogres.pl www.induprogres.pl</p>	<p>InduProgress – oficjalny dystrybutor automatyki przemysłowej firmy Delta Electronics w Polsce. Nasza oferta obejmuje m.in. produkty z obszarów takich jak: sterowanie i wizualizacja procesów, technika napędowa, sterowanie CNC, systemy wizyjne, robotyka przemysłowa.</p>
<p><b>SAP-WELD Sp. z o.o.</b> ul. Mysłowicka 1 61-343 Poznań</p>	<p>tel. 618 700 780 fax 618 870 072 e-mail: robotyka@sapweld.pl www.sapweld.pl</p>	<p>Integrujemy zrobotyzowane stanowiska, w oparciu o komponenty firmy OTC-Daihen. Posiadamy licencję firmy Delfoi, na wdrażanie oprogramowania off-line (Delfoi-ARC) do robotów przemysłowych. Oferujemy automatykę, technikę i napędy liniowe marki IAI – roboty kartezyjskie, SCARA, robo-cylindry.</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. Łędzińska 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>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>WYTWÓRNIA SPRZĘTU ELEKTROENERGETYCZNEGO AKTYWIZACJA</b> ul. Stadionowa 24 31-751 Kraków</p>	<p>tel. 12 644 08 92 e-mail: wse@aktywizacja.com.pl www.aktywizacja.com.pl</p>	<p>WSE Aktywizacja produkuje, prowadzi serwis i badania okresowe elektroenergetycznego sprzętu ochronnego. W ofercie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• drążki izolacyjne: uniwersalne UDI, teleskopowe TDI;</li> <li>• uziemiacze: przenośne, uszyniacze;</li> <li>• wskaźniki: niskiego, średniego i wysokiego napięcia, uzgadniacze faz;</li> <li>• przyrządy, mierniki i detektory pola elektrycznego;</li> <li>• wyroby elektroizolacyjne z gumy oraz inny sprzęt ochronny BHP.</li> </ul>





Krzysztof Jemielniak, Paweł Karolczak,  
Rafał Subbotko, Wojciech Borkowski, Oskar Rusiecki  
Redakcja naukowa: Piotr Cichosz  
**Nowoczesne procesy obróbki skrawaniem**  
Wydawnictwo Naukowe PWN  
Rok wydania: 2022

Publikacja napisana pod redakcją naukową prof. dr. hab. inż. Piotra Cichosza pod tytułem *Nowoczesne procesy obróbki skrawaniem* zawiera najnowsze osiągnięcia z obszaru obróbki skrawaniem, które są już współcześnie stosowane w przemyśle lub będą w najbliższym czasie wdrażane.

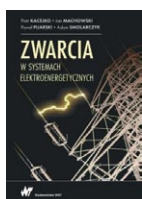
Co ważne, szczególną uwagę zwrócono na zalety oraz pułapki różnych technik skrawania, z jakimi można się spotkać podczas wprowadzania ich w warunkach przemysłowych.

W książce *Nowoczesne procesy obróbki skrawaniem* przedstawiono m.in. takie zagadnienia jak:

- współczesne materiały narzędziowe i powłoki przeciwzużyciowe;
- możliwości walki z niekorzystną postacią wiórów;

- trendy we wspomaganiu skrawania płynami obróbkowymi (obróbka na sucho, zminimalizowane smarowanie, stosowanie wysokich ciśnień, chłodzenie kriogeniczne itp.);
- przeciwdziałanie drganiom, w tym wyważanie dynamiczne narzędzi;
- skrawanie materiałów trudnoobrabialnych (twardych, stopów lotniczych, kompozytów);
- obróbkę z dużymi prędkościami, wysoko produktywną, kompletną;
- nowoczesne metody obróbki kół zębatych;
- automatyczna diagnostyka stanu narzędzia i nadzorowanie procesów skrawania;
- obróbki hybrydowe;
- nowoczesne obrabiarki;
- gospodarka narzędziowa;
- efektywność wytwarzania, w tym optymalizacja skrawania.

Wydawnictwo kieruje tę książkę do inżynierów i techników zajmujących się w przemyśle projektowaniem procesów technologicznych, efektywnością skrawania, eksploatacją narzędzi. Skorzysta z niej mogą także pracownicy naukowcy zajmujący się tą tematyką, a także studenci wydziałów mechanicznych oraz wyższych i średnich szkół technicznych.



Piotr Kacejko, Jan Machowski, Paweł Pijarski,  
Adam Smolarczyk  
**Zwarcia w systemach elektroenergetycznych**  
Wydawnictwo Naukowe PWN  
Rok wydania: 2022

Wydawnictwo PWN ma zaszczyt przedstawić najnowsze, czwarte uaktualnione i rozszerzone wydanie uznanej książki z dziedziny elektroenergetyki: *Zwarcia w systemach elektroenergetycznych*.

Książka ta traktuje o zagrożeniach i przeciwdziałaniach zakłóceń, jakimi są zwarcia w sieciach elektroenergetycznych. Potrzeba przedstawienia Czytelnikom zupełnie nowego, zaktualizowanego i rozszerzonego wydania wynika z faktu coraz szerszego wprowadzania odnawialnych źródeł energii, zmiany międzynarodowej normy zwarciowej oraz rozwoju narzędzi obliczeniowych (programy komputerowe obliczeniowe i symulacyjne).

W książce *Zwarcia w systemach elektroenergetycznych* Czytelnik znajdzie informacje przykładowo na temat: charakterystyk przebiegów zwarciowych, zwarć w sieciach z uziemionym i nieziemionym bezpośrednio punktem neutralnym, metod ograniczania prądów zwarcia, zmian w normie zwarciowej, uwzględniania w obliczeniach zwarciowych odnawialnych źródeł energii, przykładów obliczeń zwarciowych i komputerowych symulacji przebiegów zwarciowych.

Autorami książki *Zwarcia w systemach elektroenergetycznych* są wybitni przedstawiciele nauk technicznych, jednocześnie uznani wykładowcy akademicki – prof. dr. hab. inż. Piotr Kacejko, prof. dr. hab. inż. Jan Machowski, dr. hab. inż. Paweł Pijarski (prof. uczelni) oraz dr. hab. inż. Adam Smolarczyk.

Publikację kierujemy do studentów studiów technicznych kierunków elektrotechnika i energetyka specjalizujących się w elektroenergetyce. Książka będzie również pomocna w pracy specjalistom zajmującym się analizą zwarć w projektowaniu, rozwoju i eksploatacji sieci elektroenergetycznych wszystkich poziomów napięć, a także inżynierom i wszystkim zainteresowanym tą tematyką.



Zenon A. Opiekun  
**Zgrzewanie materiałów metalicznych**  
Wydawca: KaBe  
Rok wydania: 2022

Książka zawiera opisy technologii zgrzewania, a także warunków technologicznych procesów zgrzewania materiałów metalicznych. Adresatami książki są osoby zajmujące się w praktyce zgrzewaniem materiałów metalicznych. Książka może też stanowić cenną pomoc dla studentów wyższych szkół technicznych studiujących specjalność inżyniera spawalnika. Mogą również korzystać z niej uczniowie średnich szkół technicznych.

## TEMATYKA

**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny

**Nr 6 (278)**  
Rok XXIV  
Czerwiec 2022

- Przemysł maszynowy, innowacje
- Przemysł 4.0
- Termowizja, monitoring, układy regulacji
- Inteligentny budynek
- Robotyka
- Oprogramowanie, sieci przemysłowe
- Systemy informatyczne



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](http://www.nis.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**