

napędy i sterowanie

**miesięcznik
naukowo-
-techniczny**

Nr 2 (262)

Rok XXIII

Luty 2021

ISSN 1507-7764

Indeks 36018X

Cena: 10,80 zł
(w tym 8% VAT)

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

SEW
EURODRIVE

25
LAT W POLSCE

The logo for SEW Eurodrive's 25th anniversary in Poland. It features the brand name 'SEW EURODRIVE' in a bold, white, sans-serif font. To the right, the number '25' is rendered in a large, white, stylized font. The '2' contains a gear icon, and the '5' is integrated with a circuit board pattern of lines and nodes. Below the '25', the text 'LAT W POLSCE' is written in a smaller, white, sans-serif font. The entire graphic is set against a red background with faint, large-scale gear and circuit patterns.

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (261) Styczeń	PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D	<ul style="list-style-type: none"> • Efektywność w górnictwie • Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne • Systemy mechatroniczne • Monitoring i systemy sterowania • Utrzymanie ruchu • Automatyzacja transportu szynowego • Efektywność w energetyce • Napędy • Oleje, środki smarne
2 (262) Luty	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo w przemyśle • Bezpieczeństwo sieci przemysłowych • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Hydraulika siłowa
3 (263) Marzec	AUTOMATYKA I ROBOTYKA	<ul style="list-style-type: none"> • Nowe technologie • Roboty przemysłowe • Termowizja • Aparatura kontrolno-pomiarowa • Systemy mechatroniczne
4 (264) Kwiecień	BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE	<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulika w technice mobilnej • Sterowanie procesami • Efektywność energetyczna • Systemy transportowe • Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych • Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji • Przesył energii • Cyberbezpieczeństwo
5 (265) Maj	TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Technologie przyrostowe 3D • Napędy hybrydowe • Diagnostyka i kontrola urządzeń • Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT – Industrial Internet of Things)
6 (266) Czerwiec	PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Termowizja, monitoring, układy regulacji • Inteligentny budynek • Robotyka • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Systemy informatyczne
7/8 (267/268) Lipiec/sierpień	SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Cyfryzacja w ciągu produkcyjnym • Inteligentne układy zasilania, sterowania • Diagnostyka • Nowe technologie • Silniki elektryczne • Transformatory
9 (269) Wrzesień	AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM	<ul style="list-style-type: none"> • Efektywność w energetyce • Automatyka w przemyśle maszynowym • Układy regulacji automatycznej • Systemy transportowe • Maszyny i napędy elektryczne • Komponenty do produkcji oraz systemy dla przemysłu
10 (270) Październik	HYDRAULIKA, PNEUMATYKA I STEROWANIE PRZEMYSŁ 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostyka • Inteligentne układy zasilania • Systemy mechatroniczne • Bezpieczeństwo w przemyśle • Napędy hybrydowe i elektryczne • Oleje, środki smarne • Energia odnawialna
11 (271) Listopad	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Roboty przemysłowe • Sterowniki PLC i systemy sterowania • Systemy transportowe • Innowacje wod.-kan.
12 (272) Grudzień	CYFRYZACJA W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo w przemyśle • Systemy mechatroniczne • Napędy elektryczne i hydrauliczne • Inteligentny budynek • Cyberbezpieczeństwo

Adres redakcji:

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

Redaktor naczelna: Katarzyna 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./fax 32 755 23 23 • e-mail: nis@drukart.pl

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

Marketing:

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

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

Podstawowa korekta tekstu: Marta Chamów

Rada Programowa:

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

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

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

Patronat honorowy:

Instytut Konstrukcji
 i Eksploatacji Maszyn
 Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki
 i Inżynierii Biomedycznej
 Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji
 i Eksploatacji Maszyn
 Politechniki Łódzkiej

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

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

Szanowni Państwo!

Niepokój, jaki niesie początek roku, związany jest przede wszystkim z pokłosem roku 2020, który upłynął pod znakiem walki z koronawirusem. Pandemia miała ogromny wpływ na polską gospodarkę, która pierwszy raz od transformacji wpadła w recesję.

Mysł, jak dalece zwiększyła się liczba zachorowań na COVID-19 jesienią, oraz duża liczba zgonów na nowo podsyliły niepewność tak wśród gospodarstw domowych, jak i firm. Zaowocowało to spadkiem konsumpcji oraz pogłębianym spadkiem inwestycji w czwartym kwartale 2020 roku.

Według Deloitte, które opublikowało światowy indeks niepokoju wywołanego pandemią COVID-19, nigdy wcześniej żaden kraj europejski nie deklarował tak wysokiego poziomu obaw, jak Polska. Indeks niepokoju wyniósł u nas 34 proc. (3 pkt. proc. więcej niż w drugich w kolejności Indiach) – przez miesiąc wzrósł aż o 30 pkt. proc., jak wskazywały opublikowane wyniki badań Global State of the Consumer Tracker przeprowadzonych na przełomie października i listopada 2020 r. Jak zauważają ich autorzy, w Polsce ogólny poziom lęku przełożył się niemal na wszystkie przyzwyczajenia i zachowania konsumentów.

Co przyniesie 2021 rok, tego nie wiemy, jednak prognozy w stosunku do najbliższych 12 miesięcy są naprawdę optymistyczne. Główny Urząd Statystyczny opublikował szybki szacunek PKB za czwarty kwartał 2020 roku. W okresie od października do grudnia polska gospodarka skurczyła się o 2,8 proc. w porównaniu z analogicznym okresem rok temu. Wynik jest lepszy od średniej prognoz ekonomistów, którzy spodziewali się spadku o 3 proc. rok do roku.

Możemy spodziewać się stopniowego upowszechnienia szczepień, wzrastającego popytu oraz dalszych programów pomocowych ze strony rządu. To wszystko powinno dać Polsce szansę na wzrost PKB w 2021 roku nawet na poziomie 4 procent. Zatem szybka odbudowa dobrej koniunktury w naszym kraju, pomimo rosnącej inflacji, wciąż wydaje się bardzo możliwa, a trafność wyboru priorytetów, spośród których jednym z najważniejszych jest umocnienie wzrostu gospodarczego, z pewnością sprawi, że z nieco większym optymizmem będziemy patrzeć w przyszłość. Po ostatnim roku stagnacji nadzieja na wzrost tempa zagranicznych inwestycji jest kluczowa, żeby poszczególne gospodarki europejskie, w tym polska, ruszyły pełną parą.

Poświęcając zaś uwagę lekturze naszego pisma, zachęcam do przeczytania kolejnej części artykułu Ryszarda Tadeusiewicza – „Archipelag sztucznej inteligencji”. O „Analizie parametrów silnika z magnesami umieszczonymi w rdzeniu wirnika i z uzwojeniem skupionym do napędu pojazdów elektrycznych” piszą Andrzej Lechowicz, Adrian Młot i Piotr Skrobotowicz, natomiast Marek Trajdos przedstawia „Zastosowanie mikrofalowników w instalacjach fotowoltaicznych”. Na łamach „Napędów” kontynuację znalazła również publikacja Sławomira Szymańca i Marka Kacperaka – „Utrzymanie ruchu w przemyśle”.

Pragnę zachęcić do lektury naszego pisma, w którym znajdą Państwo spory potencjał wiedzy zainwestowany w produkty, rozwiązania techniczne, a te z kolei w istniejące już nowoczesne aplikacje.

Katarzyna Zając
 Redaktor naczelna





Str. 8

SEW-EURODRIVE:
25 lat w Polsce / 90 lat na świecie.
BEYOND – zawsze ponad standard



Str. 12

Efektywność energetyczna. System pomiarowy SP2. Perfekcyjnie zintegrowany!



Str. 16

Zastosowanie mikrofalowników w instalacjach fotowoltaicznych



Str. 20

Nowe termostaty do szaf i rozdzielni od STEGO

CO W NUMERZE

- 5 Nowości techniczne
- 77 Biblioteka

Nauka

- 30 Archipelag sztucznej inteligencji. Część III – R. Tadeusiewicz
- 40 Wymiar biznesowy ataków na systemy uczące się. Cz. 1 – M. Rafało
- 46 Bezpieczeństwo aplikacji robotów z wykorzystaniem ROS – D. Portugal, M.A. Santos, S. Pereira, M.S. Couceiro
- 54 Formułowanie przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii – J. Górzyński
- 61 Analiza parametrów silnika z magnesami umieszczonymi w rdzeniu wirnika i z uzwojeniem skupionym do napędu pojazdów elektrycznych – A. Lechowicz, A. Młot, P. Skrobotowicz
- 67 Analiza wydajności układu chłodzenia kadłuba w projekcie silnika do napędu pojazdu dostawczego o masie do 3,5 t – J. Pytel, P. Dukalski
- 72 Utrzymanie ruchu w przemyśle. Wstęp. Cz. 2 – S. Szymaniec, M. Kacperak

Technologie i produkty

- 8 **TEMAT Z OKŁADKI:** SEW-EURODRIVE: 25 lat w Polsce / 90 lat na świecie. BEYOND – zawsze ponad standard – SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.
- 12 **TEMAT Z OKŁADKI:** Efektywność energetyczna. System pomiarowy SP2. Perfekcyjnie zintegrowany! – Festo Sp. z o.o.
- 15 MP240 – monitoring i wizualizacja – M. Świetliński – SEM
- 15 O firmie MASZCZYK – MASZCZYK
- 16 Zastosowanie mikrofalowników w instalacjach fotowoltaicznych – M. Trajdos – Helukabel Polska Sp. z o.o.
- 20 Nowe termostaty do szaf i rozdzielni od STEGO – P. Żurek – STEGO Polska Sp. z o.o.
- 22 Zasady prawidłowego doboru ogranicznika napiężeń do gwintowanego insertu w złożeniu elementów z tworzywa sztucznego – Ch.L. Jones – SPIROL
- 24 Silnik synchroniczny o efektywności energetycznej IE5+ – NORD Napędy Sp. z o.o.
- 26 Nowy siłownik Long Life skonstruowany z myślą o zwiększonej wytrzymałości – LINAK Danmark A/S (Spółka Akcyjna)
- 27 Szkoła enkoderów firmy LeineLinde. Cz. 6. Elektronika – sygnały wyjściowe – TERM Tomasz Sobczak

Informacje branżowe

- 10 Międzynarodowe Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE 2021

Indeks reklam

▷ BEFARED	35	▷ Międzynarodowe Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE 2021.....	10	▷ SEM.....	6, 15
▷ Endress+Hauser Polska	5	▷ LINAK Danmark	26, 41	▷ SEW-EURODRIVE.....	1
▷ ENEX.....	66	▷ Łukasiewicz – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL.....	49	▷ SPIROL Industries	7, 23
▷ FESTO.....	80	▷ MASZCZYK	15	▷ STAUFF Polska	47
▷ Grupa Cantoni	5, 43	▷ NORD Napędy	25	▷ STEGO Polska.....	6, 21
▷ Helukabel Polska	17	▷ NOWIMEX.....	31	▷ TERM Tomasz Sobczak.....	7, 27
		▷ Robotyka.com	71	▷ WYTWÓRNIA SPRZĘTU ELEKTROENERGETYCZNEGO AKTYWIZACJA	6

NOWOŚCI TECHNICZNE

Nowe przetworniki ciśnienia i różnicy ciśnień gotowe na Przemysł 4.0

Nowe przetworniki ciśnienia i różnicy ciśnień Cerabar i Deltabar stanowią pomost dla Przemysłu 4.0. Dla przyszłej automatyzacji procesów bezpieczeństwo nie może stać na drodze wydajności produkcji. W zakładach przemysłu chemicznego, naftowego i gazowego w przyszłości będzie potrzebnych coraz więcej układów o ściśle określonych parametrach bezpieczeństwa. Zwiększa to zapotrzebowanie na sprawne wykonywanie dużych ilości testów kontrolnych. W tej sytuacji Cerabar i Deltabar odciążają personel dzięki inteligentnym funkcjom i interaktywnym kreatorom, a tym samym obniżają koszty utrzymania ruchu. Inteligentne podejście do bezpieczeństwa pozwala uniknąć systematycznych błędów ludzkich i zwiększa zarówno niezawodność urządzeń, jak i wydajność procesu.



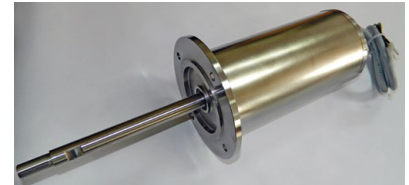
Nowe funkcjonalności – nowe korzyści:

- korzystają z danych obiektowych: przetworniki do pomiaru ciśnienia Cerabar i Deltabar to bezpieczna inwestycja w przyszłość. Wyposażone w innowacyjną technologię Heartbeat, łączą sprawdzone technologie pomiarowe z aplikacjami IIoT, co umożliwia wykonywanie predykcyjnego utrzymania ruchu;
- zwiększ produktywność: zoptymalizowane procesy obsługi i obsługa predykcyjna zwiększają dostępność systemu i sprzyjają wydajnemu dysponowaniu zasobami;
- zwiększ niezawodność procesu: cyfrowy kreator prowadzi personel utrzymania ruchu przez czynności obsługowe oraz testy bezpieczeństwa i minimalizuje ryzyko błędów ludzkich. Nieprawidłowości w procesie są z góry rozpoznawane. Komunikaty statusu z konkretnymi instrukcjami przyspieszają podjęcie działań zapobiegawczych.

Endress+Hauser Polska Sp. z o.o.
www.pl.endress.com

Silniki dla przemysłu spożywczego Grupy Cantoni

Fabryka Silników Elektrycznych „BESEL” SA w Brzegu, będąca w GRUPIE CANTONI, weszła w nową branżę, wdrażając do produkcji serię silników dla przemysłu spożywczego. Ze względu na specyficzne warunki pracy, w szczególności higieniczno-sanitarne, konstrukcja silnika jest specyficzna. Wszystkie elementy obudowy są wykonane ze stali nierdzewnej wg AISI 316L (odpowiedniki X2CrNiMo17-12-2 wg EN i 1.4404 wg DIN). Wał, ze względu na materiał nierdzewny niemagnetyczny z dużą zawartością niklu, jest wykonywany specjalną technologią opracowaną w firmie BESEL S.A. Polega ona na łączeniu części wału wystającej poza silnik, wykonanej z pręta niemagnetycznego, z częścią wału znajdującą się we wnętrzu silnika, w jego polu magnetycznym, wykonaną z pręta magnetycznego (stal C45E).



Kolejną cechą tej serii jest gładka, bezżeberkowa obudowa silnika oraz brak zewnętrznych śrub skręcających obie tarcze do korpusu. Silniki nie mają skrzynki zaciskowej, a kabel zasilający (w specjalnej oponie) jest wyprowadzony (przez specjalną dławnicę) przez powierzchnię czołową tarczy łożyskowej od strony przeciwnapędowej. Silniki są wykonane w stopniu ochrony IP66 lub innym uzgodnionym z klientem.

Powyższe cechy pozwalają na zachowanie czystości wokół urządzeń mających kontakt z żywnością, poprzez utrudnione osadzanie się zanieczyszczeń i łatwe ich usuwanie (mycie silnika).

Ze względu na chłodzenie tylko powierzchniowe (emisyjne) wg IC 410 wg IEC-EN 60034-6 na etapie zapytania ofertowego konieczne jest ustalenie rodzaju pracy (S1, S2, S3... lub innej).

Seria silników 3-fazowych może być wykonywana od wielkości mechanicznej 56 do 90 na dowolne napięcie i częstotliwość sieci zasilającej.

Fabryka Silników Elektrycznych BESEL S.A.
Grupa Cantoni

reklama

Wybierz swoją prenumeratę na www.nis.com.pl



Prenumerata
drukowana



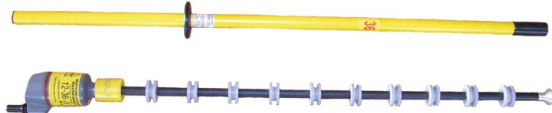
Prenumerata
elektroniczna



Pakiet

NOWOŚCI TECHNICZNE

Akustyczno-optyczny wskaźnik średniego napięcia AOWN-6



Na ostatnich targach energetycznych Energetab 2020 WSE Aktywizacja została nagrodzona statuetką „Złoty Volt” Polskiej Izby Gospodarczej Elektrotechniki za nowy produkt: Akustyczno-optyczny wskaźnik napięcia AOWN-6.

Wskaźnik umożliwia weryfikację obecności napięcia w sieciach SN i nn w zakresie 0,23–36 kV (z podziałem na zakresy) bez użycia dodatkowego drążka izolacyjnego – posiada wbudowany uchwyt izolacyjny. Ponadto wskaźnik jest wyposażony w przedłużacz kołka stykowego, dzięki czemu część pomiarowa wskaźnika nie jest wprowadzana w obszar o dużym natężeniu pola, co zwiększa odporność na zakłócenia. Powyższe cechy wpływają na zwiększenie bezpieczeństwa użytkownika podczas prac przy urządzeniach energetycznych.

WSE Aktywizacja produkuje i dystrybuje elektroenergetyczny sprzęt ochronny oraz prowadzi jego serwis i badania okresowe.

W ofercie:

- drążki izolacyjne: uniwersalne UDI, teleskopowe TDI, z głowicą EURO;
- wskaźniki: niskiego, średniego i wysokiego napięcia, uzgadniające faz;
- przyrządy, mierniki i detektory pola elektrycznego;
- uziemiacze: przenośne, do podstaw bezpieczników mocy BM, do przyłącza typu kula, zatraskowe, specjalne, kolejowe i tramwajowe, do linii izolowanych;
- narzędzia do PPN;
- wyroby elektroizolacyjne z gumy oraz inny sprzęt ochronny BHP.

**WYTWÓRNIA SPRZĘTU
ELEKTROENERGETYCZNEGO AKTYWIZACJA**
www.aktzywizacja.com.pl

Nowe konstrukcje termostatów do szaf od STEGO

STEGO z dumą wprowadza do oferty nowe, wciąż mechaniczne, małe i kompaktowe termostaty KTO 111 i KTS 111. Termostat KTO 111 ma styk NC i charakterystyczne czerwone pokrętko, KTS 111 posiada styk NO i niebieskie pokrętko nastaw.



Miniaturowe termostaty mechaniczne do sterowania grzałkami czy układami wentylacji w szafach elektrycznych są z nami już od dziesiątek lat. Koncepcję stosowania dwóch termostatów – jeden ze stykiem NC, drugi z NO – opracował ponad 30 lat temu nasz szef działu rozwoju oraz współzałożyciel STEGO, pan Hartmut

Eisenhauer. W międzyczasie pan Eisenhauer przeszedł na zasłużoną emeryturę, a stworzone przez niego konstrukcje KTO 011 i KTS 011 stały się wiodącymi i rozpoznawalnymi produktami do klimatyzacji obudowy, z których jesteśmy bardzo dumni. Dzięki przeprojektowaniu i unowocześnieniu naszych klasyków KTO 011 i KTS 011 wyznaczamy nowe standardy już na początku roku. Nowe konstrukcje charakteryzują się:

- bezpiecznym połączeniem za pomocą terminali samozaciskowych – stały nacisk na przewód;
- okablowaniem bez użycia narzędzi – oszczędność czasu przy montażu;
- szybką reakcją na zmiany temperatury;
- dużym pokrętkiem ustawień temperatury – dokładniejsza nastawa;
- użytkowaniem w aplikacjach do 5000 metrów wysokości n.p.m.;
- aprobacjami UL i VDE dla wszystkich wersji termostatu;
- są wysokiej jakości zamiennikiem dla „oryginałów” KTO i KTS.

Produkty dostępne w STEGO Polska Sp. z o.o. oraz w sieci sprzedaży firm dystrybucyjnych.

STEGO Polska Sp. z o.o.
www.stego.pl

Miernik programowalny z bargrafem – LIN-260

Miernik LIN-260 jest uniwersalnym, precyzyjnym przyrządem tablicowym znajdującym zastosowanie w automatyce i pomiarach przemysłowych. Wyróżnia go wielokolorowy bargraf ułatwiający szybką ocenę poziomu mierzonego parametru. Taka wizualizacja poziomu sygnału jest bardzo przydatna np. przy pomiarze poziomu cieczy. Z myślą o takim zastosowaniu LIN-260 ma specjalną funkcję naprzemiennego sterowania wyjściami, która zapewnia równomierne rozłożenie czasu pracy pomp. Poza tym odczyt miernika można skalować nieliniowo, z 16-punktową aproksymacją, dzięki czemu można go użyć do pomiaru napełnienia zbiorników, w których objętość cieczy nie zmienia się wprost proporcjonalnie do mierzonego poziomu. Inne funkcje programowe miernika pozwalają ustawiać zaokrąglenie odczytu, filtrację sygnału, skalowanie odczytu, funkcję działania wyjść sterujących oraz parametry transmisji szeregowej i retransmisji sygnału analogowego. Miernik dostarczany jest w dwóch wersjach zasilania: 24 V DC i 230 V AC, z dwoma lub czterema wyjściami przekazywanymi. Dodatkowe opcje to wyjście analogowe i port szeregowy RS485 z protokołem Modbus RTU. LIN-260 ma zabezpieczenia przepięciowe i pełną izolację galwaniczną obwodów pomiarowych i sterujących. Spełnia podwyższone normy odporności na zakłócenia elektromagnetyczne, dzięki czemu pracuje stabilnie nawet w bardzo trudnych warunkach przemysłowych.

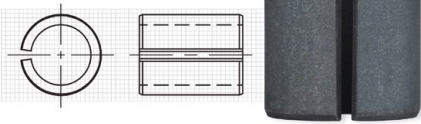


Producent: SEM
www.sem.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

SPIROL wprowadza dzielone ograniczniki naprężeń z dodatkowym prześwitem

SPIROL ma przyjemność przedstawić nową pozycję w swojej szerokiej gamie produktów –



CL220 Split Seam Extra Clearance Compression Limiter (dzielony ogranicznik naprężeń serii CL220 z dodatkowym prześwitem). Ten ogranicznik naprężeń jest osadzany po wyjęciu elementu z formy i elastycznie dopasowuje swoją średnicę, aby skompensować odchyłki średnicy otworów w szerokim zakresie, a rozcięcie ma na celu zapobiegać zakleszczaniu się w stanie nieobciążonym. Siła sprężystości powstająca podczas montażu zapewnia samostne utrzymywanie się ogranicznika w złożeniu detali z tworzywa sztucznego. Po zainstalowaniu CL220 zapewnia minimum 1 mm prześwitu względem średnicy wkręta; jest to luz o 0,5 mm większy niż w przypadku CL200 Split Seam Compression Limiter (dzielonego ogranicznika naprężeń serii CL200) firmy SPIROL. Większa średnica wewnętrzna (ID) uwzględnia również powłokę ochronną ArmorGalv®, tj. termo-dyfuzyjną powłokę ze stopu cynku, która zapewnia do 1000 i więcej godzin ochrony w atmosferze rozpylanej solanki, umożliwiając stosowanie tych ograniczników w wysoce agresywnych środowiskach przemysłowych, np. morskim, motoryzacyjnym, górniczym itp. Zaletę ArmorGalv® stanowi to, że nie pomija małych powierzchni ogranicznika i cała wewnętrzna średnica posiada kompletną powłokę i ochronę.

SPIROL Industries Ltd
spirol.com

Podwójny kompaktowy enkoder serii 700 firmy LeineLinde

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



TERM Tomasz Sobczak
www.term.pl

reklama

Które wydanie miesięcznika jest dla Ciebie?

3/2021

Automatyka i robotyka

4/2021

Bezpieczeństwo w przemyśle

5/2021

Termowizja, monitoring, pomiary

SEW-EURODRIVE: 25 lat w Polsce / 90 lat na świecie

BEYOND – zawsze ponad standard



W tym roku SEW-EURODRIVE Polska obchodzi 25. rocznicę działalności – to dobry moment, by podsumować, dlaczego warto z nami współpracować i zastosować naszą technikę napędową oraz rozwiązania do automatyzacji produkcji.

1. DOŚWIADCZENIE

Od 90 lat na świecie i 25 lat w Polsce wciąż poszukujemy nowych rozwiązań. Cały czas udoskonalamy nasze produkty, optymalizujemy procesy i wzmacniamy nasze relacje z Klientami. Nieustannie zdobywamy nową wiedzę i poszerzamy nasze możliwości po to, by być najlepszym partnerem biznesowym wobec wyzwań przyszłości, dostarczając innowacyjne produkty oraz kompleksowe rozwiązania.

2. INNOWACYJNOŚĆ

Jeżeli stoisz w miejscu, to się cofasz. Nasza innowacyjna technika napędowa wprawia Wasze linie produkcyjne i maszyny w ruch. Najlepszym przykładem jest mechatroniczny system napędowy MOVIGEAR® o wyjątkowej konstrukcji, gdzie falownik zintegrowany jest z motoreduktorem oraz posiada wysokie parametry energooszczędności. Potwierdzeniem innowacyjności SEW-EURODRIVE jest stworzenie nowej jakości w automatyzacji, czyli modułowego systemu automatyki MOVI-C®, który zdobył lokalne i międzynarodowe nagrody „Produkt Roku”.

3. USŁUGI

Podnoszenie standardu usług to nie są dla nas puste słowa – to nasza obietnica. W tym celu opracowaliśmy autorską strategię realizacji usług w oparciu o diagnostykę, zarządzanie konserwacją, naprawy i doradztwo. Ten modułowy system usług serwisowych CDS® (*Complete Drive Service*)

gwarantuje ciągłe funkcjonowanie procesów produkcyjnych w Waszych firmach. Istotnym elementem tego systemu jest usługa CDM® (*Complete Drive Management*), czyli system zarządzania konserwacją – to najskuteczniejsze narzędzie w prewencyjnym utrzymaniu ruchu.

Usługa serwisowa jest skuteczna tylko wtedy, jeśli jest dostępna. My jesteśmy do Waszej dyspozycji 24/7 – z jednej strony dzięki naszej infolinii Hotline, która pozwala na szybki kontakt telefoniczny z naszymi ekspertami, a z drugiej strony dzięki portalowi Online Support, gdzie możliwa jest samodzielna konfiguracja produktu, pobranie rysunków CAD i oprogramowania, a także sprawdzenie dokumentacji, dobór zamiennika, wysłanie zapytania ofertowego oraz śledzenie statusu zamówienia.

4. JAKOŚĆ

System zarządzania jakością jest niezbędnym elementem funkcjonowania współczesnej firmy, która działa zgodnie z filozofią ciągłego doskonalenia według coraz wyższych standardów. Nasz system zarządzania jakością budujemy w oparciu o współpracę z branżą motoryzacyjną, ponieważ wyznacza ona najwyższy poziom wymagań na rynku. Gwarancją takiego podejścia jest przeprowadzany corocznie niezależny audyt TÜV Management Service dla norm ISO. W Polsce zakład SEW-EURODRIVE zaimplementował system zarządzania jakością ISO 9001:2015 oraz system zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy ISO 45001:2018 OHSAS 18001.

5. DOSTĘPNOŚĆ

Jesteśmy przedsiębiorcami tak jak Wy i dlatego wiemy, że bezczynność kosztuje. Filozofia naszej firmy polega na wysokiej dostępności naszych produktów i usług. W tym celu otwieramy zakłady produkcyjne i montażowe na całym świecie oraz rozbudowujemy sieć biur technicznych, w których czekają na Was nasi doradcy techniczni. Zawsze dostępna jest nasza pomoc – na przykład infolinia Hotline 24/7, kiedy liczy się każda minuta, aby ponownie uruchomić produkcję. Coraz bardziej kluczowe stają się cyfrowe usługi, dlatego wprowadzamy zakrojoną na szeroką skalę strategię digitalizacji, aby zapewnić szeroki dostęp do informacji i zapewnić Wam niezależność w działaniu. Świat nigdy nie śpi, dlatego pozostajemy do Waszej dyspozycji i nieustannie napędzamy świat.

6. SPECJALISTYCZNA WIEDZA BRANŻOWA

Dzięki naszemu *know-how* zawsze trafiamy w Twoje potrzeby. Nasza znajomość rynku oraz wieloletnie doświadczenie gwarantują optymalny wybór, właściwą decyzję i szybką realizację projektu – zarówno na poziomie produktu i rozwiązania, jak i usług serwisowych, szkoleniowych i logistyki zamówienia. Potwierdzają to opinie naszych Klientów w badaniach satysfakcji, gdzie uzyskujemy najwyższe noty za jakość pracy serwisantów i usług serwisowych oraz wysoki współczynnik lojalności. Chętnie dzielimy się naszą wiedzą podczas szkoleń i webinarów, a także we współpracy z Uczelniami Technicznymi na terenie całej Polski.

7. ELASTYCZNOŚĆ

Obecnie jedną z kluczowych wartości w procesach biznesowych i produkcyjnych jest wysoka elastyczność. Oznacza to zarówno możliwość dostosowania sposobu zarządzania do zmieniającej się rzeczywistości biznesowej, jak i dostarczanie rozwiązań, które pozwalają na elastyczność w procesie produkcji. Nasza modułowa oferta pozwala na łatwe dostosowanie systemowego rozwiązania do zmieniających się potrzeb. Dotyczy to zarówno szerokiej oferty techniki napędowej, jak i systemów automatyzacji produkcji oraz nowoczesnych rozwiązań z zakresu transportu technologicznego, takich jak samojezdne wózki transportowe AGV. Jesteśmy partnerem w rozwoju Waszej firmy.

8. CAŁKOWITY KOSZT POSIADANIA

Nasze produkty cechuje wysoka jakość, która zapewnia gwarancję długiego życia produktu. Zarówno producenci maszyn, jak i zakłady produkcyjne zawsze stawiają na bezawaryjność oraz energooszczędność – to wymagania współczesnego biznesu. Te dwie cechy zapewniają oszczędności przy analizie całkowitego kosztu posiadania (*Total Cost of Ownership*), a co za tym idzie – przewagę konkurencyjną. SEW-EURODRIVE jest gwarancją bezpiecznej inwestycji.

9. WYDAJNOŚĆ ENERGETYCZNA

Nasze produkty spełniają najnowsze normy, a my wyznaczamy trendy i jesteśmy o krok dalej, ponieważ nasze produkty już dziś spełniają wymagania jutra. Opracowaliśmy kompleksowe energooszczędne rozwiązania *effiDRIVE*®, które obejmują doradztwo energetyczne oraz dobór wydajnych energetycznie systemów napędowych. Korzyść jest podwójna – to zarówno obniżenie kosztów eksploatacyjnych, jak też trwałe ograniczenie emisji CO₂.

10. ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

Aby osiągnąć sukces w przyszłości, już dziś należy budować jego fundamenty. Zwracamy uwagę na koszty całkowite inwestycji oraz jakość produktów i usług, a także na zrównoważone wykorzystanie zasobów, budowanie kapitału ludzkiego oraz wyznaczanie trendów. Te kluczowe elementy gwarantują długofalowy wzrost oparty na dobrych relacjach i partnerskiej współpracy. ■

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

Międzynarodowe Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego **KATOWICE 2021**

Międzynarodowe Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE 2021 już od 7 do 10 września 2021 r. wraz z premierową edycją najważniejszych targów energetycznych: z Międzynarodowymi Targami B2Energy Poland KATOWICE 2021 oraz z 5. Polskim Kongresem Górnictwem.

Organizowane przez PTG S.A. Międzynarodowe Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE należą do największych tego typu imprez w Europie. Katowice – stolica regionu Górnego Śląska – to miejsce o wielkich gospodarczych tradycjach, w którym przedstawiciele przemysłu spotykają się z przedstawicielami władz administracji państwowej i samorządowej. Targi to również platforma spotkań, wymiany doświadczeń i nawiązywania relacji biznesowych. To cztery dni wypełnione kongresami, konferencjami i spotkaniami.

XIX edycja Targów odbędzie się w dniach 7–10 września 2021 roku w Katowicach. Jest to czterodniowe wydarzenie, w którym wezmą udział wystawcy z Polski i z zagranicy, aby zaprezentować innowacyjne rozwiązania dla branży energetycznej. Zakres tematyczny obejmuje szeroką gamę zagadnień



związanych z urządzeniami dla przemysłu ciężkiego, w tym górnictwa i energetyki przemysłowej. Prezentowane będą również systemy automatyki, sterowania

oraz instalacji niskiego napięcia. Targi umożliwią także promocję i sprzedaż sprzętu z zakresu energetyki zawodowej, przemysłowej, OZE, w tym energii słonecznej, wiatrowej, wodnej, geotermalnej oraz biomasy. Impreza o charakterze B2B, której celem jest nawiązanie cennych kontaktów oraz poznanie aktualnych potrzeb rynku. To również liczne konferencje, prelekcje i szkolenia. Targi KATOWICE 2021 to najważniejsze wydarzenie skupiające branże: górnictwa, hutniczą, energetyczną, dedykowane są począwszy od sektora ciężkiego aż po konsumenta końcowego.

Dodatkowo na tegorocznych Targach po raz pierwszy zorganizowany zostanie 5. Polski Kongres Górnictwa.

– Wszystko przebiega planowo, Targi odbędą się w atrakcyjnej formule, ponieważ MTG, PEiH KATOWICE 2021



towarzyszyć będą Międzynarodowe Targi B2Energy Poland KATOWICE 2021, które będą doskonałą okazją do zapoznania się z trendami zachodzącymi w energetyce i innowacyjnymi rozwiązaniami – zaznacza Iwona Gramatyka, prezes Polskiej Techniki Górniczej. – Podczas tegorocznej edycji Targów ekspozycja maszyn i urządzeń oraz rozwiązań dedykowanych przemysłowi wydobywczemu i metalurgicznemu zostanie uzupełniona przez rozwiązania dedykowane szeroko rozumianej branży energetycznej. Wiadomo, że przed nami transformacja energetyki i górnictwa, oznaczająca m.in. rozwój odnawialnych źródeł energii, w tym fotowoltaiki czy farm wiatrowych. Ta problematyka będzie miała swoje odzwierciedlenie w tegorocznej edycji Targów – dodaje Iwona Gramatyka.

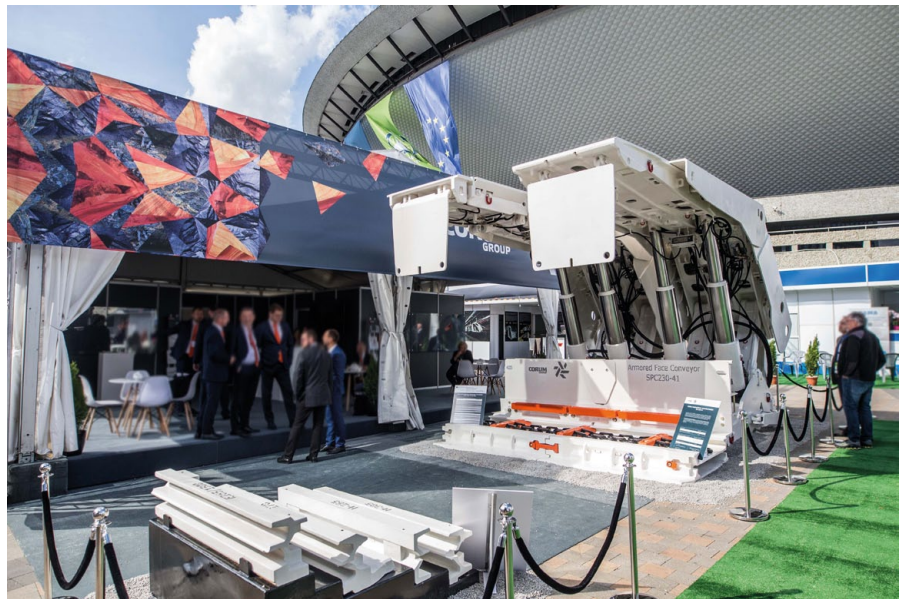
Andrzej Kubowicz, prezes spółki Tech-Energia, odpowiedzialny za organizację Międzynarodowych Targów B2Energy Poland KATOWICE 2021, wskazuje, że istotne będą spotkania bezpośrednie.

– Nowoczesne środki komunikacji, które siłą rzeczy zyskały w ostatnim czasie na znaczeniu, z uwagi na pandemię koronawirusa, nie są w stanie zastąpić rozmów *face to face* – podkreśla Andrzej Kubowicz.

Zwraca przy tym uwagę na fakt, iż energetykę czekają duże zmiany i wielkie inwestycje. Zatem w tym roku ta tematyka na Targach będzie szczególnie istotna.

Niedawne podniesienie celu klimatycznego do 55 proc. i zamysł zmiany miksu energetycznego będą wymagały znacznego wysiłku i wdrożenia wielu nowych innowacyjnych rozwiązań.

– Będziemy na wszystkie te kwestie wskazywać podczas Targów – zaznacza Andrzej Kubowicz. – Branże energetyczna i elektryczna mają olbrzymi potencjał, w ich obszarze wprowadzane są innowacyjne rozwiązania i technologie, które zostaną zaprezentowane w trakcie Targów. Lokalizacja Targów B2Energy Poland w tym samym miejscu i czasie, co odbywające się największe Międzynarodowe Targi Górniczego, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE 2021, jest doskonałym



połączeniem wielu branż ściśle ze sobą współpracujących – przekonuje Prezes Targów B2Energy Poland. – Dodatkowym atutem jest lokalizacja w sercu Śląska, w nowoczesnym otoczeniu z idealnym dojazdem i infrastrukturą.

Targi o charakterze międzynarodowym to także świetna okazja do podjęcia współpracy między dostawcami usług, koncernami, specjalistami, biurami projektowymi, wystawcami – wśród których są też największe koncerny energetyczne – a odbiorcami końcowymi. Wydarzeniu towarzyszyć będą spotkania B2B, konferencje z czołowymi przedstawicielami sektora elektroenergetycznego, konkursy dla młodych inżynierów oraz seminaria naukowe.

Tegoroczne MTG, PEiH KATOWICE 2021 oraz towarzyszące im Targi B2Energy Poland odbędą się w nowoczesnych halach Międzynarodowego Centrum Kongresowego w Katowicach oraz w pawilonach namiotowych i terenach otwartych na Placu Sławika i Antalla, na których wystawcy mają możliwość ekspozycji wielkogabarytowych i ciężkich eksponatów.

– Kierunki dla firm okولوجórniczych to poszerzanie zakresu działalności i wychodzenie na rynki przemysłu ciężkiego i innych branż, co już w wielu przypadkach ma miejsce od lat – wskazuje Iwona Gramatyka – a także szukanie

swoich szans na rynkach zagranicznych. Tutaj między innymi należy spoglądać na kraje Azji oraz między innymi na Rosję, gdzie planowane są inwestycje w tamtejszym górnictwie. W Unii Europejskiej węgiel jest na cenzurowanym, jednak w innych miejscach świata to nadal często podstawowy surowiec – przypomina.

W trakcie Targów firmy z Polski i zagranicy zaprezentują nowoczesne rozwiązania dedykowane szeroko rozumianej branży wydobywczej. W tym te z obszaru tzw. inteligentnej kopalni, gdzie postępuje informatyzacja i automatyzacja.

– Nie wszyscy bowiem zdają sobie sprawę z tego, że w kopalniach pracują naszpikowane elektroniką maszyny – dodaje Iwona Gramatyka.

Będzie się o tym można przekonać w trakcie 5. Polskiego Kongresu Górniczego.

To bardzo istotne dla sektora węglowego wydarzenie, jakim jest Kongres, będzie się odbywało pod hasłem „Przemysł górniczy XXI wieku – jak poszukiwać, wydobywać i przetwarzać surowce mineralne i energetyczne, chroniąc klimat i środowisko”. Tematyka Kongresu wpisywać się będzie w szeroką debatę dotyczącą czekającej nas transformacji górnictwa i energetyki.

A zatem – do zobaczenia na Targach! ■

Efektywność energetyczna.
System pomiarowy SP2

Perfekcyjnie zintegrowany!

SP2 – od pomiaru, poprzez analizę, do raportu.
Kompleksowe i bardzo uniwersalne rozwiązanie
dla użytkowników instalacji pneumatycznych.

Przepływ, konsumpcja i ciśnienie to główne parametry charakteryzujące instalacje sprężonego powietrza. Bieżąca znajomość tych wielkości jest niezbędna do wdrożenia działań prewencyjnych, polegających na monitorowaniu systemów pneumatycznych, co umożliwi minimalizację kosztów wytwarzania i wykorzystywania sprężonego powietrza oraz zwiększa bezpieczeństwo ciągłości produkcji.

Kluczowe znaczenie w tym procesie ma systematyczność wykonywania pomiarów oraz ich zlokalizowanie w strategicznych węzłach instalacji lub maszyn. Z tego powodu mobilne systemy pomiarowe charakteryzujące się dużą elastycznością pracy są idealnym środkiem do osiągnięcia korzyści wynikających z prewencyjnego monitorowania instalacji sprężonego powietrza.

Pomiar – Rejestracja – Analiza – Dokumentacja

SP2 to kompaktowy mobilny system umożliwiający jednocześnie pomiar i rejestrację wartości przepływu, konsumpcji, ciśnienia i temperatury sprężonego powietrza. Wyniki pomiarów można analizować dzięki wchodzącemu w skład zestawu oprogramowaniu.



Kompaktowa, modułowa konstrukcja

- System pomiarowy składa się z czujnika przepływu oraz rejestratora danych ze zintegrowanym ekranem dotykowym.
- Do zestawu pomiarowego dołączone są niezbędne akcesoria oraz oprogramowanie umożliwiające przetwarzanie i analizowanie wyników pomiarów.

Prostota obsługi

- Realizacja pomiaru opiera się na najprostszych, intuicyjnych czynnościach redukujących do minimum czas uruchomienia systemu i wymagania stawiane przed operatorem.
- Interfejs użytkownika dostępny jest w 8 językach, w tym również w języku polskim.

Rejestracja charakterystyk

- Wszystkie pomiary mogą być zapisywane w pamięci jako charakterystyki czasowe oraz wizualizowane i analizowane przy pomocy specjalnego, załączonego oprogramowania.

Czytelność i ergonomia odczytu w czasie pomiaru

- Bieżąca prezentacja wyników pomiarów odbywa się na ekranie rejestratora danych o przekątnej 3,5".
- Możliwy jest tabelaryczny podgląd wartości aktualnych jak również graficzne odzwierciedlenie wyników w postaci krzywych.

Mobilność pomiaru

- Konstrukcja, konfiguracja oraz gabaryty urządzenia umożliwiają szybką i wygodną zmianę miejsca pomiaru, a proces instalacji nie zajmuje więcej niż kilka sekund.
- Pojemny akumulator Li-Ion umożliwia ciągłą pracę powyżej 4 godzin bez konieczności podłączania do ładowarki.

Kompleksowość

- Jeden system zapewnia równoczesny pomiar zużycia powietrza, przepływu oraz ciśnienia w różnych zakresach. Użytkownik otrzymuje pełną informację o wartościach poszczególnych parametrów.

Komunikacja

- Transfer danych pomiędzy rejestratorem a PC odbywa się za pośrednictwem pendrive USB. Informacje dotyczące zapisu, stanu baterii czy wartości pomiarowych można odczytać bezpośrednio z ekranu rejestratora.

Transport i przechowywanie

- Urządzenie dostarczane jest w poręcznym przenośnym kontenerze o podwyższonej wytrzymałości na uszkodzenia mechaniczne.



Przewód łączący czujnik z rejestratorem o długości 5 m pozwala na bieżącą obsługę przepływomierza w czasie pracy nawet wówczas, gdy zainstalowany jest on w strefie niedostępnej dla operatora.



Ładowarka zainstalowanej w rejestratorze akumulatora.

Elementy składowe systemu SP2



Przepływomierz VA 525 z czujnikiem ciśnienia i temperatury oraz zaworem odpowietrzającym i złączami pod przewód pneumatyczny Ø 16 mm.



Rejestrator danych z dotykowym ekranem i wbudowanym akumulatorem (również dla zasilania czujnika). Możliwość podłączenia innych, zewnętrznych czujników wykorzystujących różne sposoby komunikacji obsługiwane przez urządzenie.



Kontener transportowy zapewnia bezpieczne przenoszenie oraz przechowywanie wszystkich elementów wchodzących w skład zestawu SP2. W odpowiednio przygotowanej wkładce z pianki PU każda część zestawu ma swoje miejsce.



Oprogramowanie CS Basic, dzięki któremu użytkownik może w prosty, intuicyjny i wygodny sposób przeglądać, ilustrować a także opisywać wyniki przeprowadzonych pomiarów dla każdego z rejestrowanych parametrów indywidualnie lub wszystkich równocześnie.

Dane techniczne systemu

Wyświetlacz	3,5" dotykowy panel TFT
Interfejs	USB
Zasilane	Wewnętrzny akumulator LI-Ion, ładowanie około 4 h, czas operacyjny > 4h (w zależności o ustawień i poboru energii przez czujnik)
Zasilacz	100–240 V AC / 50–60 Hz, 12 V DC – 1 A, klasa bezpieczeństwa 2 do użytku w suchych pomieszczeniach
Pamięć wewnętrzna	Karta pamięci 8 GB
Zakres pomiaru przepływu	0–2900 NI/min
Dokładność	±1,5% mierzonej wartości, ±0,3% pełnej skali
Zakres pomiaru ciśnienia	0–16 barów, dokładność: 1%
Temperatura pracy czujnika	oc -20 do 60°C
Wejścia rejestratora	Modbus RTU, 4–20 mA, 0–10 V, Pt 100, Pt 1000, Modbus (możliwość odczytu z innych czujników)
Wyjścia czujnika	Modbus RTU 4–20 mA
Klasa ochrony czujnika	IP65
Materiał obudowy	Polimer
Materiał bloku pomiarowego	Aluminium
Przyłącze pneumatyczne	WE/WY 12 mm
Złącza	2 X 16/12 (zewn.), 2 X 12/12, 2 X 12/10, 2 X 10/8
Oprogramowanie	Odczyt pomiarów poprzez USB, licencja dwustanowiskowa
Wymiary kontenera transportowego	(S x W x G) 396 mm x 296 mm x 157,5 mm



Zestaw złącz redukcyjnych:

- 2 x QSH-16-12
- 2 x QS-12
- 2 x QS-12H-10
- 2 x QS-10H-8



Kontener transportowy o znacznie podwyższonej wytrzymałości mechanicznej z wkładką poliuretanową dopasowaną do kształtu elementów zestawu.

Certyfikat kalibracji czujnika

Przepływomierze VA 525 wchodzące w skład systemu SP2 są urządzeniami zapewniającymi bardzo wysoką dokładność pomiarów. Aby zagwarantować najwyższą jakość wskazań w czasie użytkowania, istnieje możliwość okresowej kalibracji produktów (kalibracja rekomendowana jest co 12 miesięcy).

Festo od samego początku istnienia może poszczycić się najlepszą renomą na rynku automatyki przemysłowej. Rozwiązania przez nas oferowane charakteryzują się solidnością i niezawodnością. Realizując projekt SP2, połączono ze sobą uniwersalność produktu, wygodę użytkowania oraz najlepsze komponenty, aby zapewnić najwyższą jakość pomiarów Festo Quality. ■

FESTO

Festo Sp. z o.o.
Janki k. Warszawy
ul. Mszczonowska 7
05-090 Raszyn
Contact Center
tel. 22 711 41 00
fax 22 711 41 02

e-mail: orders_pl@festo.com www.festo.pl

MP240 – monitoring i wizualizacja

Marcin Świetliński

Monitor produkcji MP240 – opracowany i produkowany przez SEM – jest rejestratorem przebiegu pracy, a zarazem tablicą elektroniczną. MP240 zlicza wykonane sztuki, również braki, analizuje czas, tempo i regularność pracy, wylicza wskaźniki OEE oraz zapisuje zgłoszone przez operatora zdarzenia. Spowolnienia i przestoje produkcji są rejestrowane automatycznie, a operator jest obligowany do podania powodów zatrzymań. Duży trzykolorowy ekran LED pozwala wyświetlać jednocześnie wyniki w liczbach i komunikaty tekstowe. MP240 ma szereg wejść do akwizycji danych, złącze skanera kodów kreskowych, łącze szeregowo i port Ethernet. W pamięci monitora są zapisywane dane o przebiegu pracy nawet 100 zmian produkcyjnych. Są zapamiętywane nazwy produktów, identyfikatory brygad, daty i czasy zmian, a także przebieg pracy w funkcji czasu, w tym przestoje i awarie. Parametry, algorytm pracy i organizacja ekranu monitora może być konfigurowana przez użytkownika. Można wybierać dane do wyświetlenia, tworzyć własne opisy i komunikaty, ustawiać kolory i wielkość znaków, ustawiać progi sygnalizowane zmianą koloru. Monitor ma wbudowany webserwer ułatwiający konfigurację, obsługę i podgląd danych z dowolnej lokalizacji. Łącze Ethernet służy też do zapisu zebranych danych jako pliki na zewnętrznym serwerze. Dodatkowa aplikacja MS Excel pozwala

odczytywać zgromadzone dane i obserwować wyniki w postaci tabelarycznej i graficznej. Monitory MP240 są dostarczane jako standardowe oraz – na indywidualne zamówienie – w innych konfiguracjach, z inną wielkością ekranu i dedykowanym oprogramowaniem. ■

www.sem.pl

e-mail: sem@sem.pl

reklama

O firmie MASZCZYK

Firma MASZCZYK jest wiodącym polskim producentem obudów z tworzyw sztucznych do urządzeń elektronicznych oraz dostawcą



systemów dla elektroniki. Od blisko 40 lat dostarczamy nasze produkty krajowym i zagranicznym odbiorcom.

Oferujemy szeroką gamę gotowych obudów, klawiatur membranowych,

elektroniki. Wciąż rozszerzamy naszą ofertę o kolejne ciekawe projekty.

Produkujemy również obudowy według specyfikacji technicznych klientów. Ponieważ kontrolujemy cały cykl wykonawstwa – począwszy od projektowania, tworzenia prototypów 3D, formy wtryskowej, poprzez obrabianie, produkcję klawiatury

membranowej, na malowaniu lub tworzeniu nadruków skończony – dajemy pewność, że produkt zostanie wykonany solidnie i na czas.

Zapraszamy do współpracy i odwiedzenia naszej strony www.maszczyk.pl. ■

reklama

Zastosowanie mikrofalowników w instalacjach fotowoltaicznych

Marek Trajdos

Jak widzimy na rysunku 1, typowa instalacja fotowoltaiczna *on-grid* (podłączona do sieci energetycznej) składa się z odpowiedniej do projektowanej mocy, maksymalnej liczby modułów PV, falownika (inwertera) przekształcającego energię prądu stałego wytwarzaną w panelach na energię 1- lub 3-fazową prądu przemiennego o parametrach zgodnych z wymaganiami sieci, aparatury zabezpieczająco-łączyeniowej i pomiaru energii. Mamy zatem do czynienia z dwiema odrębnymi częściami systemu:

- rozległą – panele PV, okablowanie, diody zabezpieczające, ochronniki przepięciowe;
- scentralizowaną – rozdzielnicę z falownikiem, licznikiem i aparaturą łączeniową.

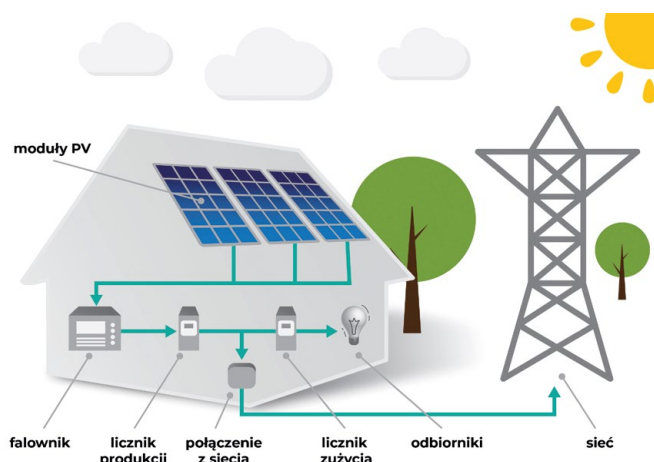
Część scentralizowana jest zamontowana w chroniącej ją rozdzielnicę o wysokim stopniu ochrony, często znajdującej się w suchym pomieszczeniu o ustabilizowanej wartości temperatury, i wyposażona jest dodatkowo w liczne zabezpieczenia (przepięciowe, nadprądowe, termiczne itd.).

Część rozległa jest wystawiona na działanie warunków środowiskowych oraz zmienne warunki otoczenia mogące wpływać na równomierność pracy poszczególnych modułów. Oznacza to, że produkcja energii elektrycznej w pierwotnie identycznych elementach fotowoltaicznych nie będzie przez cały czas taka sama. Przyczyny tego stanu rzeczy możemy generalnie podzielić na dwie grupy:

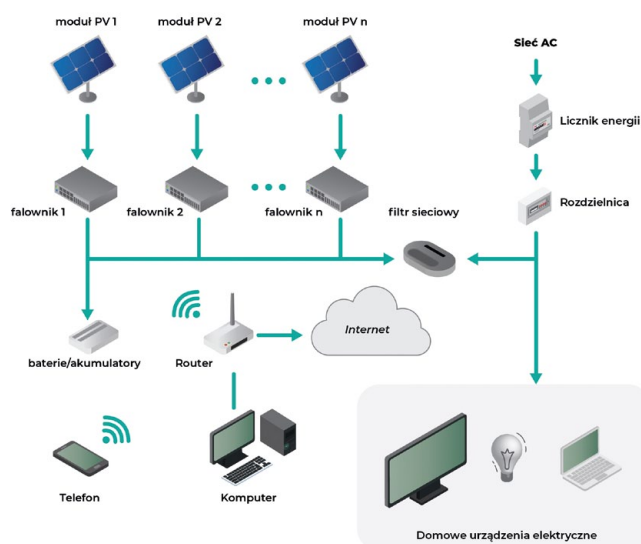
- długotrwałe – uszkodzenia lokalne (np. w wyniku: wiatru – 20% uszkodzeń, opadu śniegu – 11% uszkodzeń czy gradu – 3% uszkodzeń), różne ustawienie względem promieni słonecznych wynikające z rozmieszczenia paneli, rozłączenia instalacji, korozję, ogólne starzenie modułów PV;
- chwilowe – wynikające z przemieszczania się słońca w ciągu dnia (przesłanianie światła przez przeszkody, takie jak: elementy budynku (rys. 4), kominy, drzewa, opad liści, zaleganie śniegu).

Wymienione wyżej nierównomierności prowadzą nieuchronnie do spadku produkcji energii w czasie, przy czym spadki te mogą podobnie jak ich przyczyny być długotrwałe, chwilowe, usuwalne lub nieusuwalne (bez podjęcia czynności remontowych czy naprawczych). Mogą też prowadzić nie tylko do spadku efektywności instalacji, lecz także do poważniejszych awarii mogących skutkować nawet pożarem obiektu (rys. 6).

Na rysunku 2 pokazano system o rozproszonej przemianie energii prądu stałego na przemienny, gdzie dla każdej gałęzi



Rys. 1. Uproszczony schemat klasycznej instalacji PV (z falownikiem centralnym)



Rys. 2. Instalacja z mikrofalownikami w układzie 1 moduł PV = 1 mikroinwerter

instalacji zastosowano inny falownik, a na rysunku 3 do falownika podłączone są moduły generacyjne równolegle. Można zastosować również mikrofalowniki dedykowane dla poszczególnych pojedynczych paneli PV, tworzące z nimi praktycznie jedną całość, co pozwala mówić o modułach AC PV (fotowoltaicznych prądu zmiennego).



ZASILANIE, STEROWANIE I TRANSMISJA DANYCH **WEDŁUG KLASYFIKACJI CPR**

Rozporządzenie CPR zalicza kable elektryczne do wyrobów budowlanych i wymaga ich klasyfikacji według normy EN 13501-6, która określa zasady klasyfikacji wyrobów z punktu widzenia ich reakcji na ogień.

Poszerz swoją wiedzę!



W naszej nowej broszurze przedstawiamy:



Komplet istotnych informacji dot. CPR



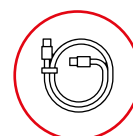
Kryteria klasyfikacji kabli i przewodów zgodnie z wytycznymi normy EN 50575



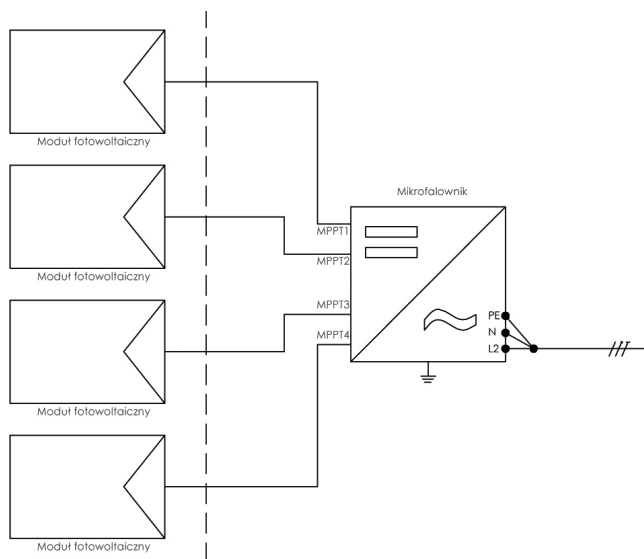
Klasyfikację wyrobów z punktu widzenia ich reakcji na ogień



Praktyczne tabele przedstawiające klasy CPR dla wybranych kabli i przewodów



Karty katalogowe wybranych kabli i przewodów objętych rozporządzeniem CPR



Rys. 3. Fragment schematu instalacji fotowoltaicznej z wykorzystaniem mikrofalowników współpracujących z kilkoma modułami fotowoltaicznymi (Stilo Energy)

Na rysunku 5 a pokazano możliwą drogę przepływu prądu wstecznego (wyrównawczego) w wyniku powstania zwarcia w jednej z gałęzi. Przypomnijmy, że prąd wyrównawczy występuje w sytuacji, gdy dwa źródła napięcia są połączone równoległe, a wartość napięcia tych źródeł różni się. Jeżeli rezystancja na drodze przepływu prądu wyrównawczego ma niewielką wartość, będzie on duży i, w konsekwencji, może doprowadzić nawet do powstania pożaru. Oczywiście, potencjalna droga przepływu prądu wstecznego jest zabezpieczona wyłącznikami nadmiarowo prądowymi lub bezpiecznikami, aby do takiej sytuacji nie dopuścić (widać to na rysunku 5 a).

Zadziałanie prawidłowo dobranych bezpieczników będzie skuteczne, ale spowoduje awaryjne odłączenie części lub nawet całej instalacji, czyli zmniejszenie lub nawet zatrzymanie produkcji energii elektrycznej. W wypadku lokalnego zabrudzenia lub zaciemnienia paneli skutki nieznacznego zróżnicowania napięcia mogą nie prowadzić do tak gwałtownej reakcji systemu, lecz występują częściej. Aby zapobiec awariom mogącym wskutek nich powstać stosuje się diody i optyimizery. Jednak takie rozwiązania należą z jednej strony do klasy likwidacji skutków, a nie przyczyn, a z drugiej do znacznego spadku mocy całej instalacji (rys. 6), co z punktu widzenia ekonomiki systemu jest nie do przyjęcia.

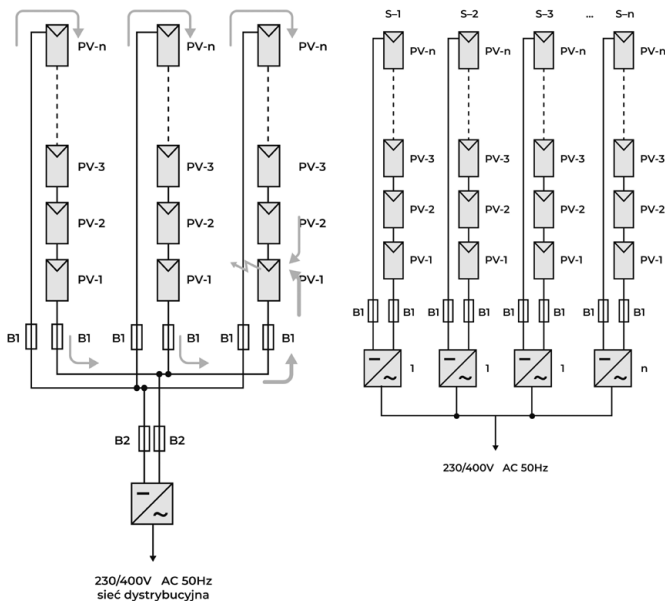
Z pomocą przychodzi tu zastosowanie mikrofalowników (rys. 2, 3, i 5 b). Oczywiście zastosowanie rozproszonego systemu przemiany energii prądu stałego na zmienny jest z punktu inwestycyjnego droższe, lecz różnica ta zostaje już na początku po części skompensowana uproszczeniem instalacji o inne elementy, jak np. optyimizery. Ponadto mikrofalowniki likwidują niejako przyczynę nierównomierności generacji napięcia, a nie jego skutek. Ich zastosowanie wnosi też dodatkowe korzyści, jakimi są przykładowo lepsza ochrona i diagnostyka systemu oraz znaczne zmniejszenie i uproszczenie sterownicy głównej.



Rys. 4. Praktyczne przykłady sytuacji, w których panele nie są oświetlone równomiernie

Także napięcie stałoprądowej instalacji spada dzięki skróceniu gałęzi szeregowych paneli PV, a instalacja prądu stałego jest najbardziej niebezpieczna dla człowieka w wypadku potencjalnego porażenia.

Obecnie oferuje się wiele rozwiązań falownikowych, od zupełnie scentralizowanych (jeden inwerter dla całej instalacji), jak i częściowo zdecentralizowanych, jak na rysunku 3, a także tak skonstruowanych, aby jeden mikrofalownik był połączony tylko z jednym panelem PV. Można też oczywiście dzielić instalację na części pod względem ich stałego poziomu nasłonecznienia (rys. 4. – górne zdjęcie). Dzięki przedstawionej wyżej możliwości elastycznego wyboru możliwe jest



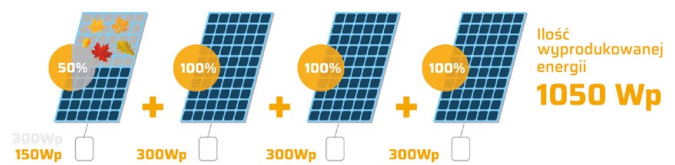
Rys. 5. Droga przepływu prądu wstecznego w wyniku awarii w instalacji PV

zoptymalizowanie instalacji dla danego przypadku realizacyjnego, a choć żadna z koncepcji nie jest pozbawiona wad, generalnie system wykorzystujący mikrofalowniki można na pewno uważać za nowocześniejszy, bardziej elegancki z punktu widzenia sztuki inżynierskiej (w tym niezawodności¹) i w większości przypadków korzystniejszy ekonomicznie.

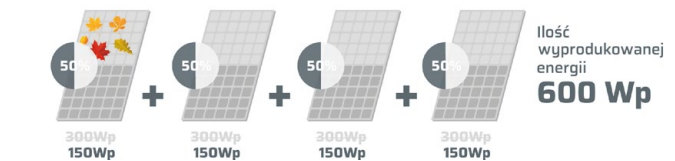
Firma HELUKABEL posiada szereg przewodów i złączy o bardzo wysokiej niezawodności, nadających się do stosowania w każdego rodzaju instalacjach PV (w obwodach prądu stałego, zmiennego i sterowania czy monitorowania tych instalacji), oczywiście również z mikroinwerterami. Do produktów polecanych i sprawdzonych w licznych aplikacjach przez firmę STILO ENERGY należą:

Lp.	Nazwa asortymentu	Numer asortymentu
1.	JZ-600 3G2,5 mm ²	Nr kat. 10690
2.	JZ-600 3G4 mm ²	Nr kat. 10710
3.	JZ-500 5GA mm ²	Nr kat. 10143
4.	JZ-500 5G6 mm ²	Nr kat. 10149
5.	JZ-500 5G10 mm ²	Nr kat. 10153
6.	NYY-J 5x4 mm ²	Nr kat. 32061
7.	NYY-J 5x6 mm ²	Nr kat. 32062
8.	H1Z2Z2-K 1x4 mm ²	Nr kat. 18048769
9.	H1Z2Z2-K 1x6 mm ²	Nr kat. 18048771
10.	H07V-K 1x16 mm ²	Nr kat. 26842
11.	Wtyk PV MC4	Nr kat. 18048682
12.	Gniazdo PV MC4	Nr kat. 18048683
13.	HELUKAT® 300 U/UTP 4x2XAWG 24/1 PVC, UL	Nr kat. 802172
14.	HELUKAT® 600 AE S/FTP 4x2XAWG 23/1 FRNC/PE	Nr kat. 802168

Instalacja równoległa z mikrofalownikami



Instalacja szeregową z falownikiem centralnym



Rys. 6. Porównanie działania (reakcji) instalacji z mikroinwerterami i przekształtnikiem centralnym

Wnioski

- Mikrofalowniki zwiększają produkcję energii w instalacji PV nawet do 15% w stosunku do rozwiązań centralnych – przykładowo w przypadku awarii modułów wartość mocy nie jest dostosowywana do najsłabszego ogniwa (rys. 6).
- Podnoszą sprawność instalacji.
- Optymalizują przestrzeń w małych instalacjach – są montowane bezpośrednio na dachu, a więc nie zabierają miejsca np. w domu.
- Podnoszą bezpieczeństwo – w stałoprądowej instalacji napięcie nie przekracza 60 V DC, a z elementami montowanymi na dachu osoby postronne mają znacznie mniejszą styczność.
- Umożliwiają łatwe monitorowanie pracy (diagnostykę) pojedynczych modułów PV.
- Czynią ewentualną przyszłą rozbudowę instalacji znacznie łatwiejszą.
- Wbrew pozorom pozwalają na zmniejszenie liczby elementów instalacji.
- Zwiększają praktyczną niezawodność instalacji.
- Pomagają profesjonalnie rozwiązać problemy wynikające z nierównomiernego naświetlenia modułów (obiekty przesłaniające słońce – jak np. kominy czy drzewa; różnorodne ułożenie modułów względem słońca przy skomplikowanych powierzchniach dachów).

Przypisy

1. O niezawodności mikrofalowników najlepiej świadczą deklaracje producentów o ich gwarancji poprawnego działania sięgające nawet 25 lat!

☒ Marek Trajdos – Helukabel Polska Sp. z o.o.



HELUKABEL Polska Sp. z o.o.
 Krze Duże 2, 96-325 Radziejowice
 tel. 46 858 01 00, fax 46 858 01 17
 e-mail: biuro@helukabel.pl
 e-mail: marketing@helukabel.pl
 www.helukabel.pl

Nowe termostaty do szaf i rozdzielni od STEGO

Piotr Żurek

Miniaturowe termostaty mechaniczne do sterowania grzałkami czy układami wentylacji w szafach elektrycznych są z nami już od dziesiątek lat. Koncepcję stosowania dwóch termostatów – jeden ze stykiem NC drugi z NO – opracował ponad 30 lat temu nasz szef działu rozwoju oraz współzałożyciel STEGO, pan Hartmut Eisenhauer. W międzyczasie pan Eisenhauer przeszedł na zasłużoną emeryturę, a stworzone przez niego konstrukcje KTO 011 i KTS 011 stały się wiodącymi i rozpoznawalnymi produktami do klimatyzacji obudowy, z których jesteśmy bardzo dumni.

W tym długim okresie nasi pracownicy posiadli kwalifikacje ekspertów w zakresie regulowania temperaturą w szafach sterowniczych. Sukces i popularność naszych termostatów nie są jednak powodem, aby stać w miejscu. Naszą motywacją jest przenieść produkt na wyższy poziom zaawansowania. Kolejnym zadaniem naszego działu rozwoju dla nowego projektu termostatów było przeprojektowanie termostatów mechanicznych KTO 011 i KTS 011, z uwzględnieniem aktualnych opinii klientów, przy jednoczesnym uwzględnieniu niższych kosztów materiałowych i produkcji.

Z przyjemnością przedstawiamy nasze nowe, wciąż mechaniczne, małe i kompaktowe termostaty **KTO 111** i **KTS 111**. Termostat KTO 111 ma styk NC i charakterystyczne czerwone pokrętło, KTS 111 posiada styk NO i niebieskie pokrętło nastaw.

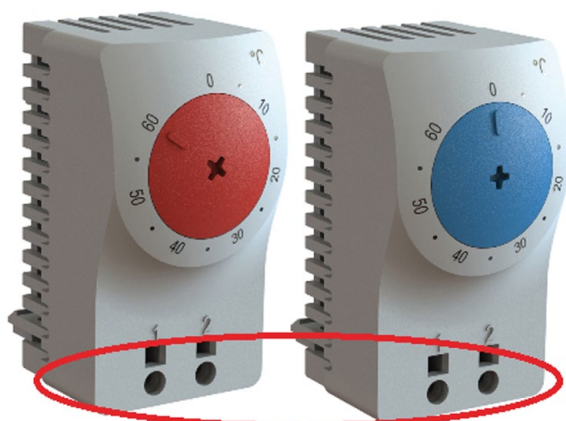
Nasi projektanci przenieśli terminale przyłączeniowe z dołu na front obudowy, więc technik nie musi schylać się pod termostatem, aby podłączyć urządzenie, ale zamiast tego ma bezpośredni dostęp. Technologia samozaciskowa jest lepsza od zacisków śrubowych, zwłaszcza z punktu widzenia bezpieczeństwa. Po pierwsze, terminale samozaciskowe zapewniają stały nacisk na przewody i zapobiegają ich luzowaniu. Po drugie, nie ma konieczności stosowania narzędzi przy podłączeniu, nie

ma też ryzyka nadmiernego dokręcenia terminalu śrubowego. Porównanie: podczas podłączania drutu do zacisku śrubowego za pomocą śrubokręta można nadmiernie dokręcić zacisk, uszkadzając go w ten sposób lub nawet go niszczyć. Korzystanie z terminalu samozaciskowego nie wiąże się z tym ryzykiem. Następną przewagą to czas kablowania. Montaż przewodów do terminali samozaciskowych to wymierna (ok. 60%) oszczędność czasu. Wiele firm od lat używa terminali samozaciskowych, aby uprościć okablowanie. My jednak jako pierwsi w branży oferujemy termostaty do szaf z takimi terminalami.

Bardziej widoczną zmianą niż zamiana na terminale samozaciskowe jest powiększone pokrętło ustawień. Dzięki większemu rozmiarowi pokrętła operator łatwiej odczyta temperaturę ustawioną na skali oraz jest w stanie dokonać dokładniejszej nastawy. Do obsługi pokrętła ustawień zmieniliśmy geometrię śrubokręta z płaskiego na krzyżową. Geometria krzyżowa jest bardziej uniwersalna w użyciu, ponieważ można tu używać także śrubokrętów płaskich.



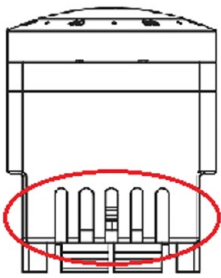
Większe pokrętło dla precyzyjniejszej nastawy temperatury



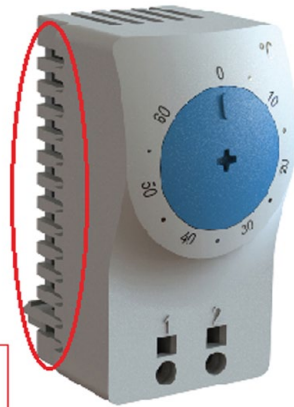
Samozaciskowe terminale na przodzie obudowy termostatów

Jedną z rzeczy, jaką nasi projektanci musieli utrzymać, były wymiary obudowy termostatu. Te się nie zmieniły. Wewnętrzny czujnik bimetalowy odpowiada również elementowi czujnika stosowanemu w poprzednich termostatach. W ten sposób umożliwiamy naszym klientom łatwą adaptację nowych termostatów w swoich aplikacjach.

Wielokrotnie otrzymywaliśmy zapytania od klientów dotyczące stosowania termostatów na wysokości powyżej 2000 metrów, co jest standardowym wymogiem organów testujących, takich jak niemiecki Instytut Testowania i Certyfikacji VDE. Niemniej jednak nasze termostaty KTO 111 i KTS 111 mogą być jeszcze lepsze – w kategorii przepięciowej III można je instalować na wysokości do 2000 metrów, a nawet do 5000 metrów w kategorii przepięcia II.



Zoptymalizowane otwory wentylacyjne



Na koniec chcielibyśmy zwrócić Państwa uwagę na zoptymalizowane wloty powietrza w obudowie termostatu. Czujnik bimetalowy wewnątrz termostatów został umieszczony w pobliżu otworów wlotowych powietrza. Powód – czujnik musi swobodnie „oddychać”, ponieważ tylko wtedy „wyczuwa” dokładniej i znacznie szybciej zmiany temperatury otaczającego go powietrza. Zoptymalizowane wloty powietrza, w połączeniu z położeniem elementu bimetalicznego, mają bardzo pozytywny wpływ na rozkład powietrza w nowych termostatach KTO 111 i KTS 111. Przeprowadziliśmy pomiary w naszym laboratorium testowym. Wewnątrz termostatów zainstalowano

sensor temperatury do pomiaru zmian rozkładu temperatur w ich obudowach. Pomiary wykazały, że cyrkulacja powietrza w nowych termostatach jest lepsza, a zatem mogą one szybciej wykrywać zmiany temperatury w otaczającym środowisku.

Termostaty są dostępne w wielu zakresach temperatur nastaw zarówno w °C, jak i °F oraz posiadają aprobacje najważniejszych agencji certyfikujących – UL, VDE oraz EAC.

Firma STEGO posiada w ofercie także inne rodzaje regulatorów, takie jak higrostaty, higrotermy (połączenie higrostatu i termostatu) oraz elektroniczne wersje termostatów. Nasi eksperci ze STEGO z przyjemnością pomogą wybrać odpowiedni termostat do Państwa aplikacji. ■

📧 Piotr Żurek – STEGO Polska Sp. z o.o.



STEGO Polska Sp. z o.o.

ul. Banacha 11

41-200 Sosnowiec

tel. 32 263 22 42

e-mail: info@stego.pl

www.stego.pl

reklama

CORAZ MOCNIEJSI

Termostaty do szaf i rozdzielni

- Bezpieczne podłączanie z terminalami Push-in
- Oszczędność 2/3 czasu podczas montażu
- Szybka reakcja dla lepszej ochrony komponentów

Dowiedz się więcej o historii termostatów od pionierów w tej dziedzinie

➔ WWW.STEGO.PL

STEGO Elektrotechnik GmbH | Kolpingstraße 21 | 74523 Schwäbisch Hall



NOWOŚĆ



MINIATUROWE TERMOSTATY
KTO/KTS 111

Zasady prawidłowego doboru ogranicznika naprężeń do gwintowanego insertu w złożeniu elementów z tworzywa sztucznego

Christie L. Jones

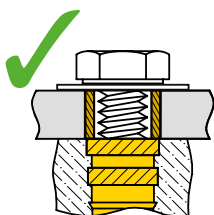
W zastosowaniach, w których element współpracujący jest również wykonany z tworzywa sztucznego, ogranicznik naprężeń jest niezbędny, aby uniknąć pełzania materiału lub osłabienia naprężeń w elemencie współpracującym w wyniku zmniejszenia sił tarcia w połączeniu gwintowanym.

Podobnie jak w przypadku gwintowanych insertów, ograniczniki naprężeń są używane

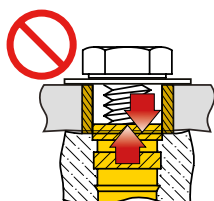


w celu zapewnienia integralności połączeń śrubowych w zespołach elementów z tworzyw sztucznych. Podczas dokręcania wkręta w celu uzyskania wymaganego tarcia między zwojami gwintu tworzywo sztuczne jest ściskane. Ogranicznik naprężeń przejmuje siłę powstającą podczas dokręcania wkręta i chroni tworzywo sztuczne przed nadmiernym obciążeniem ściskającym. Bez ogranicznika naprężeń tworzywo sztuczne będzie ulegać pełzaniu, co spowoduje poluzowanie i w końcu defekt połączenia. Ogranicznik naprężeń zapewnia, że połączenie pozostaje nienaruszone przez cały okres użytkowania wyrobu.

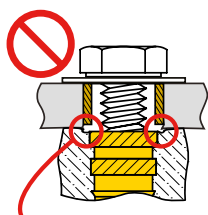
Aby ogranicznik naprężeń działał prawidłowo, powinien opierać się o insert tak, aby to insert przenosił obciążenie, a nie tworzywo sztuczne. Wewnętrzna średnica ogranicznika naprężeń we współpracującym elemencie musi być większa niż zewnętrzna średnica wkręta mocującego, ale mniejsza niż średnica obrzeża lub średnica czołowa insertu, aby uniknąć „wyciągania”.



Poprawna konfiguracja



Wyciąganie



Pełzanie tworzywa

SPIROL oferuje trzy różne typy standardowych ograniczników naprężeń, umożliwiając wybór najbardziej opłacalnego wzoru dla każdego konkretnego złożenia detali, w zależności od wymagań eksploatacyjnych i metody montażu.



Inserty z obrzeżem – SPIROL serii 16, 20, 30 i 51 – umożliwiają zwiększenie powierzchni styku z ogranicznikami naprężeń. W przypadku insertów SPIROL serii 14, 19, 63 i 65 mają one z reguły odpowiednie pole powierzchni styku. W każdym razie na etapie projektowania należy ocenić prawidłowość styku.



Inserty firmy SPIROL do złożeń detali z tworzyw sztucznych:
Seria 16, 20, 30 i 51



Inserty firmy SPIROL do złożeń detali z tworzyw sztucznych:
Seria 14, 19, 63 i 65

Jeśli średnica czołowa stosowanego insertu jest zbyt mała w stosunku do wewnętrznej średnicy ogranicznika naprężeń, wówczas problem można rozwiązać za pomocą specjalnego ogranicznika naprężeń ze zmniejszonym luzem względem wkręta mocującego. To oczywiście zmniejszy jednocześnie dopuszczalną niewspółosiowość.


reklama

Jeśli powierzchnia insertu jest nieodpowiednia dla zapewnienia prawidłowego styku z ogranicznikiem naprężeń, jedynym rozwiązaniem jest wykonanie współpracującego elementu z tworzywa sztucznego, który nie jest podatny na pełzanie, i zastosowanie ogranicznika naprężeń o maksymalnej grubości ścianki w celu lepszego rozłożenia obciążeń. W takich sytuacjach problem będzie stanowić wyciąganie insertu, czemu należy przeciwdziałać, unikając nadmiernego dokręcania wkręta mocującego.

SPIROL oferuje bezpłatne próbki i wsparcie techniczne

Inżynierowie ds. zastosowań firmy SPIROL zapoznają się z Twoimi wymaganiami dotyczącymi zastosowania i będą współpracować z zespołem projektowym, aby zarekomendować najlepsze rozwiązanie. Jeden ze sposobów rozpoczęcia tego procesu oferuje nasz portal pn. *Optimal Application Engineering* (Optymalne techniki zastosowań) pod adresem www.SPIROL.com.

Certyfikaty: ISO/TS 16949, ISO 9001.

 Christie L. Jones,

Market Development Manager
(Kierownik ds. Rozwoju Rynku)

e-mail: info-pl@spirol.com
SPIROL.com

SPIROL®

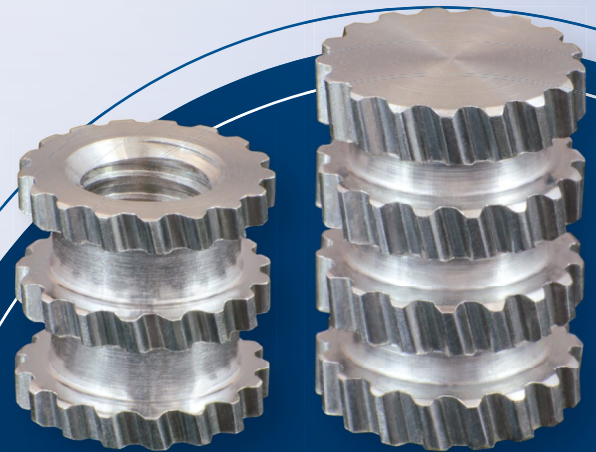
Od 1948!

OGRANICZNIKI NAPRĘŻEŃ SERII CL220 Z DODATKOWYM PRZESWITEM

- Zapewnia 1 mm przeswitu względem średnicy wkręta aby skompensować odchyłki współosiowości otworów.
- ArmorGalv zapewnia ponad 1000 godzin ochrony w atmosferze rozpylonej solanki, bez pomijania małych powierzchni.
- Elastyczna zmienność średnicy pozwala kompensować odchyłki dokładności otworów w szerokim zakresie i zapewnia samoistne utrzymywanie się w otworze.



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



ALUMINIOWE INSERTY DO OBTRYSKU SERIA 63 & 65

- Zmaksymalizowana odporność na moment obrotowy
- Lekki
- Wysoka siła wrywająca
- Wolny od ołowiu

Zgodne z:
IATF 16949
ISO 9001

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

Silnik synchroniczny o efektywności energetycznej IE5+

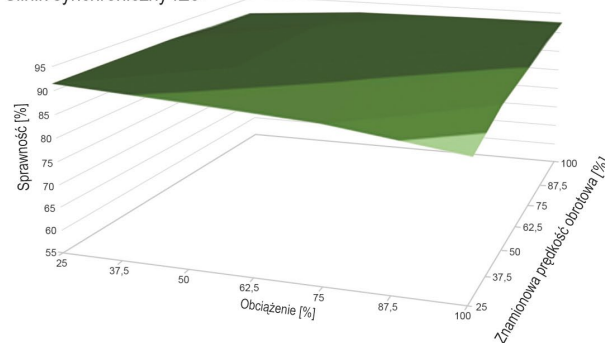
Firma NORD DRIVESYSTEMS opracowała nowy silnik synchroniczny o znacznie wyższej klasie efektywności energetycznej (IE5+). Stanowi on uzupełnienie standardowych wariantów motoreduktorów w systemach LogiDrive i bardzo dobrze sprawdza się w przypadku zmniejszania liczby wariantów używanych napędów, co sprawia, że silnik synchroniczny IE5+ to optymalne rozwiązanie dla systemów transportu wewnętrznego. Dostępny od drugiego kwartału 2020 r. silnik IE5+ jest szczególnie przydatny w aplikacjach intralogistycznych jako rozwiązanie systemowe w połączeniu z przekładniami i przetwornicami częstotliwości NORD DRIVESYSTEMS.

Najnowszej generacji energooszczędny silnik synchroniczny z magnesami trwałymi charakteryzuje się znacznie mniejszymi stratami w porównaniu do obecnej serii IE4. Dzięki szerokiemu zakresowi momentu obrotowego niewentylowany silnik bez uzebrowań osiąga wysoką sprawność, która czasami znacznie przewyższa klasę IE5 i stanowi optymalne rozwiązanie do pracy w zakresie obciążenia częściowego. Kompaktowy silnik IE5+ oferuje wysoką gęstość mocy przy mniejszej przestrzeni instalacyjnej i początkowo będzie oferowany w zakresie mocy od 0,35 do 1,1 kW z ciągłym momentem obrotowym od 1,6 do 4,8 Nm i zakresem prędkości od 0 do 2100 obr./min. Standardowo dostępne jest bezpośrednie mocowanie silnika, a także montaż silnika zgodnie z wymogami NEMA i IEC, natomiast zintegrowany enkoder i hamulec mechaniczny stanowią wyposażenie opcjonalne.

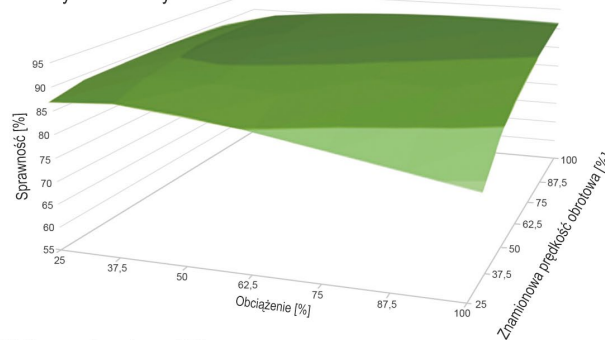


Gładka i bezwentylatorowa konstrukcja silnika czyni go szczególnie łatwym do czyszczenia oraz odpornym na korozję. Właściwość tę można jeszcze zwiększyć, zamawiając wykonanie z obróbką powierzchni nsd tupH (proces głębokiej obróbki powierzchni aluminiowych). Przypomnijmy, że w tym elektrolitycznym procesie powierzchnia jest głęboko uszczelniona i nierozdzielnie związana z materiałem podłoża. W ten sposób aluminium staje się odporne na korozję podobnie jak stal nierdzewna. Powierzchnie pokryte nsd tupH są łatwe do czyszczenia i są w dużej mierze odporne na kwasy i zasady. Możliwe

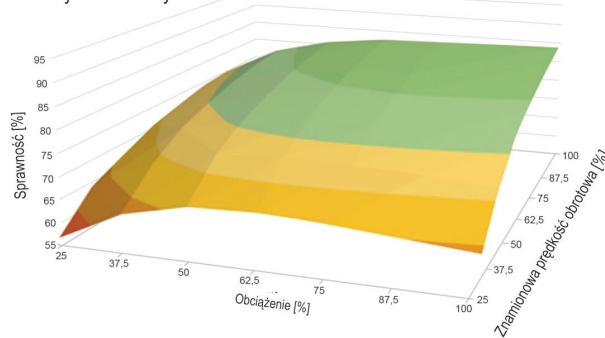
Silnik synchroniczny IE5+



Silnik synchroniczny IE4






Silnik asynchroniczny IE3



Silniki IE5+/IE4 (PMSM) w przeciwieństwie do klasycznych silników asynchronicznych (ASM) charakteryzują się wysoką sprawnością niezależnie od obciążenia. Może się to przekładać na oszczędności w zużyciu energii nawet na poziomie 40%.

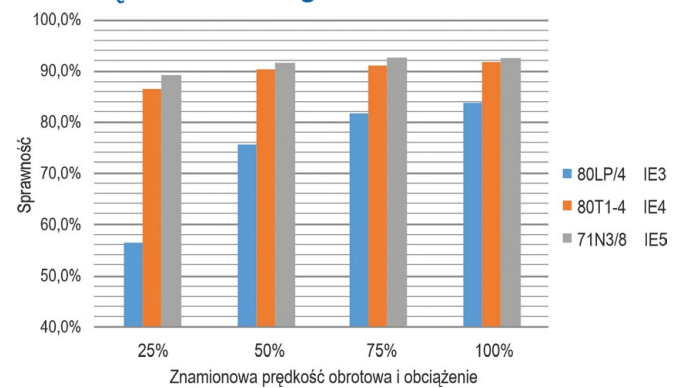
* Przykład sprawności: Obciążenie 50% / prędkość obrotowa 37,5%.

Oszczędność miejsca

Typoszereg	Wymiary	Waga	Klasa Sprawności
	366 mm	15,1 kg	IE3
	276 mm	8,0 kg	IE4
	228 mm	7,0 kg	IE5

-38%
-53%

Oszczędność energii



jest nawet użycie myjek wysokociśnieniowych lub różnorodnych agresywnych mediów. Jednostki napędowe nsd tupH to solidna i trwała alternatywa dla malowanych motoreduktorów lub wersji ze stali nierdzewnej. Połączenie kompaktowego projektu silnika i higienicznych właściwości nsd tupH zapewnia szeroki zakres zastosowań w aplikacjach branży spożywczej.

Ze względu na zachowanie stałego momentu obrotowego w szerokim zakresie prędkości silniki IE5+ umożliwiają ukierunkowaną redukcję liczby wariantów napędów. Minimalizuje to koszty administracyjne i umożliwia realizację oszczędniejszych procesów produkcyjnych, logistycznych, magazynowych i serwisowych. Nowa generacja silników IE5+ łączy

W przypadku silników asynchronicznych parametr sprawności w znacznym stopniu powiązany jest z aktualnym obciążeniem silnika. W przypadku silników IE4/IE5 ich sprawność praktycznie nie zależy od obciążenia

zalety systemu modułowego i wyższej wydajności z możliwością redukcji wariantów oraz zapewnia zwrot z inwestycji w krótkim czasie.

NORD Napędy Sp. z o.o.
www.nord.com

reklama



MÓJ NAPĘD JEST PRODUKCJI NORD!

NOWY SILNIK IE5+

- Kolejny poziom energooszczędności: IE5+
- Kompaktowa i higieniczna konstrukcja
- Stała wysoka wydajność w całym zakresie regulacji

REDUKTOR + SILNIK + FALOWNIK = KOMPLETNY SYSTEM NAPĘDOWY

NORD Napędy sp. z o.o. | tel.: +48 12 288 99 00 | biuro@nord.com



nord.com

Nowy siłownik Long Life skonstruowany z myślą o zwiększonej wytrzymałości

Z nami się nie zatrzymasz! Niezawodny i przeznaczony do wieloletniego użytku sprzęt wymaga rozwiązań, które wykraczają daleko ponad przeciętność. Nowy siłownik LINAK® LA36 Long Life odznacza się 20-krotnie dłuższym okresem eksploatacji i nadzwyczajną trwałością. Jego wydłużona żywotność została już potwierdzona; w praktyce oznacza to, że gdy inne napędy zawodzą, ten działa nieprzerwanie.

Dłuższa żywotność mniejszym kosztem

Stojąc przed wyborem siłownika elektrycznego, niełatwo jest znaleźć rozwiązanie, które spełnia kryterium długiej żywotności i równocześnie jest niedrogie. Zanim na rynku pojawił się nowy siłownik Long Life, wśród dostępnych opcji można było znaleźć inne, droższe technologie, takie jak serwonapędy czy też siłowniki elektryczne o krótszym okresie użytkowania, których koszt całkowity zwiększały wydatki związane z przestojami i obsługą serwisową. Wariant LA36 Long Life wykonuje co najmniej 200 000 cykli przy maksymalnym obciążeniu i maksymalnym poziomie cyklu pracy. Zapewnia to niezawodne działanie przez wiele lat przy mniejszym zapotrzebowaniu na obsługę serwisową i rzadszych przestojach.

Siłownik LINAK
LA36 Long Life



Działa zaraz po podłączeniu

Istniejące rozwiązania mogą być problematyczne w integracji i montażu – szczególnie w przypadku zastosowań z napędem bateryjnym, takich jak pojazdy autonomiczne wykorzystywane w logistyce czy rolnictwie. Nowy siłownik LA36 Long Life pozwala zapomnieć o kłopotach związanych z integracją dzięki zastosowaniu technologii *Plug and Play*, która zapewnia prostszy montaż przy użyciu mniejszej liczby elementów. W obszarze



precyzyjnej regulacji do lamusa odchodzą czujniki zewnętrzne: zintegrowany sterownik i magistrala CAN zapewniają całkowitą kontrolę bez konieczności wprowadzania dodatkowych podzespołów oraz dostęp do wszystkich potrzebnych danych, co znacznie upraszcza rozwiązywanie problemów.

Zapewnia przewagę nad konkurencją

Nowy siłownik LA36 Long Life wzbogaca funkcje aplikacji nadrzędnej. Prosty w montażu, łatwy w integracji i maksymalnie wytrzymały, zapewni każdej aplikacji bezkonkurencyjne i inteligentne działanie. ■

Więcej informacji: www.linak.pl/longlife.

LINAK® 
WE IMPROVE YOUR LIFE

LINAK Danmark A/S (Spółka Akcyjna)

Oddział w Polsce

Al. Zjednoczenia 36

01-830 Warszawa

tel. 22 295 09 70

www.linak.pl

Szkoła enkoderów firmy LeineLinde.

Cz. 6. Elektronika – sygnały wyjściowe

W kolejnym artykule z cyklu „Szkoła enkoderów” chcielibyśmy opisać sygnały wyjściowe, stosowane w enkoderach firmy LeineLinde.

Wyróżniamy dwa typy przenoszenia sygnału – przenoszenie symetryczne i niesymetryczne. Przy przenoszeniu symetrycznym (różnicowym) używa się sygnału i odwrócenia sygnału w odbiorniku, który wychwytuje różnicę między sygnałami. Przez to otrzymuje się dobre wygaszanie zakłóceń. Przy przenoszeniu niesymetrycznym (*single ended*) mamy mniej wejść dla odbiornika i gorsze wygaszanie zakłóceń. Enkodery inkrementalne firmy LeineLinde, zasilane napięciem 24 V, posiadają trzy różne stopnie wyjściowe – **wyjście o ograniczonym prądzie, wyjście PTC i wyjście LineDriver**. Wszystkie stopnie wyjścia są wyjściami przeciwsobnymi, tzn. stopień wyjściowy działa zarówno wzmacniająco, jak i osłabiająco na prąd.

Wyjście o ograniczonym prądzie

Prąd wyjścia enkodera jest ograniczony do max. 19 mA, nie ma jednak

ograniczenia prądu, gdy wyjście obniża wartość prądu. Zaletą tego stopnia wyjściowego jest to, że w odbiorniku są możliwe niskie impedancje, a przez to otrzymuje się w końcówce odbiornika dopasowanie do impedancji kabla. Jeżeli natomiast używa się tego stopnia wyjściowego bez dopasowania odbiornika do impedancji kabla, to otrzymuje się bardzo długi czas narastania, ponieważ prąd ładowania jest ograniczony do max. 19 mA. Przekazywanie symetryczne jest wymagane, gdy następuje dopasowanie, ponieważ ograniczenie prądu istnieje tylko w jednym kierunku prądu.

Wyjście PTC

Najbardziej nadaje się do długich kabli o dużej pojemności. Wyjście jest przy pomocy oporu PTC chronione przed krótkim zwarcie. Podczas krótkiego zwarcia silny prąd płynie m.in. przez opór PTC, co prowadzi do podwyższenia temperatury w oporniku. Jeżeli temperatura w oporniku wzrośnie do 120°C, to wartość oporu w oporniku PTC wzrasta, w wyniku czego maleje

prąd zwarcia. Prąd nie spada do zera, lecz może w dalszym ciągu wynosić do 100 mA, w zależności od tego, jak wysokie jest napięcie zasilające i czy wyjście ma wzmacniać czy osłabiać prąd. Nie tylko krótkie zwarcie, lecz również duży prąd obciążenia może wywoływać reakcję ochronną oporu PTC.

Dla wywołania reakcji PTC istotne znaczenie mają następujące czynniki: napięcie zasilające, długość kabla, częstotliwość, opór odbiornika i temperatura otoczenia. Dla poniższych parametrów: częstotliwość sygnału 100 kHz, temperatura otoczenia 25°C, napięcie zasilające 30 V i prąd obciążenia odbiornika 20 mA, długość kabla na wyjściu może wynosić 350 m. Jeżeli zmniejszy się np. częstotliwość sygnału, to zwiększa się maksymalna dopuszczalna długość kabla. Dostępne jest zarówno wyjście symetryczne, jak i niesymetryczne.

Wyjście LineDriver

W wyjściu LineDriver występuje ochrona przed zwarcie w formie wbudowanej ochrony termicznej. Gdy

reklama

BaumerHübner
 BaumerThalheim

pauly

LEINE LINDE

Samagawa

schleicher
 control systems

**ENKODERY
 RESOLWERY
 STEROWNIKI
 BEZPIECZNIKI
 TACHOPRĄDNICE**

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

temperatura w obwodzie wzrasta do 150°C, to wyjścia stają się wysokooporowe. Gdy temperatury w obwodzie ponownie trochę spadną, to wyjścia ponownie stają się aktywne. Ochrona działa podobnie jak w wyjściu PTC. LineDriver jest jednak szybszy niż obydwie pozostałe wyjścia i nadaje się dla wyższych częstotliwości sygnału. Wyjście LineDriver nie może być jednak używane przy tak silnym prądzie, jak wyjście PTC zanim zadziała ochrona termiczna, i dlatego ma mniejszy napęd kabla. Dla poniższych parametrów: częstotliwość

sygnału 50 kHz, temperatura otoczenia 25°C, napięcie zasilające 30 V i prąd obciążenia odbiornika 20 mA, długość kabla na wyjściu może wynosić 200 m. Tutaj również obowiązuje zasada, że przy mniejszym prądzie obciążenia wzrasta maksymalna dopuszczalna długość kabla. Dostępne jest zarówno wyjście symetryczne, jak i niesymetryczne.

Serdecznie zapraszamy Państwa do zapoznania się ze szczegółową ofertą firmy TERM, która znajduje się pod adresem www.term.pl. ■



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

Rok 2020 okiem ekspertów branży produkcyjnej

Rok 2020 był wyjątkowy pod wieloma względami. Liczne gałęzie gospodarki stanęły przed wyzwaniami związanymi z pandemią, *lockdownem*, zdalną pracą i przystosowaniem się do nowej rzeczywistości biznesowej. Jakie obszary stanowiły największe wyzwanie dla firm przemysłowych? Jakie perspektywy niesie rok 2021? Odpowiedzi udzielają eksperci branży przemysłowej.

Praca zdalna – nie wszyscy byli gotowi

Wśród ekspertów z branży przemysłowej dominuje opinia, że największym wyzwaniem dla firm produkcyjnych w 2020 roku była konieczność skutecznego przeniesienia pracy w tryb zdalny, a co za tym idzie – współpraca w rozproszonych zespołach. Większość firm i pracowników w Polsce nie była na to przygotowana – brakowało rozwiązań technologicznych, strukturalnych i organizacyjnych.

– Zarówno samo przejście na pracę zdalną, jak i dostosowanie systemów informatycznych do możliwości pracy zdalnej były wymagającym sprawdzianem. Organizacja pracy zdalnej, zespołowa praca na projektach, współdzielenie zasobów i synchronizacja danych to wyzwanie, z którym firmy mierzyły się

w ostatnich miesiącach i mierzyć się będą w nadchodzących – zauważa Tomasz Jaruszczak z PCC Polska.

Ważnym aspektem przejścia na tryb pracy zdalnej pozostaje kwestia adaptacji pracowników do nowej rzeczywistości. Pracownicy w krótkim czasie musieli dostosować się do modelu pracy zdalnej, który dla wielu był nowością. Wymaga dyscypliny ze strony zatrudnionych i zaufania ze strony pracodawców, a dla obu tych grup – odpowiednich narzędzi komunikacyjnych, ale przede wszystkim zdalnego dostępu do bazy danych i dokumentacji

– Problematyczne było przeniesienie stanowisk firmowych i ich organizacja w środowisku domowym, ze względu na specyfikę branży i charakter pracy firm przemysłowych. Niezbędna była ewaluacja pracy zespołowej i podziału zadań, dostosowanie narzędzi dostępnych na co dzień w biurze oraz znalezienie nowych, a także umiejętne zarządzanie czasem – dodaje Marcin Sroka z PCC Polska.

Umożliwienie jak najszerszej grupie pracy z domu – przygotowanie zdalnych stanowisk pracy, w tym dostępu do zasobów, danych, dokumentacji i kluczowych systemów firmy (ciągłość operacyjna) przy jednoczesnym ograniczeniu ryzyka np. związanego z bezpieczeństwem własności intelektualnej czy cyberbezpieczeństwem – niosło ze sobą kolejne wyzwania.

– Większość firm była nieprzygotowana na błyskawiczne przestawienie się

na model pracy zdalnej – począwszy od komunikacji, przez zarządzanie danymi. Brak przygotowania w dużych przedsiębiorstwach, w których proces decyzyjny jest wydłużony i często wieloetapowy, a sama struktura operacyjna bardziej złożona, wiązał się z większymi wyzwaniami. Te firmy, które poczyniły inwestycje w cyfryzację procesów, budowę wspólnego systemu do zarządzania danymi, oraz te, które mogły działać elastycznie, zyskały lub mniej straciły – podkreśla Radosław Cieślak, Executive Industry Manager w Autodesk.

Ekspertcy są zgodni, że rozwiązania cyfrowe i inwestycje w digitalizację pomagają w płynniejszym mierzeniu się z wyzwaniami codziennie zmieniającej się rzeczywistości pandemicznej.

Lockdown – i co teraz?

Przedstawiciele branży wskazują również, że niespotykanym do tej pory wyzwaniem okazał się *lockdown* i jego wpływ na globalny łańcuch dostaw, który staje się coraz bardziej niepewny i ulega przeorganizowaniu z powodu pandemii. Zamykanie fabryk i konieczność wprowadzania odpowiednich obostrzeń związanych z reżimem sanitarnym tylko zwiększyły niepewność dotyczącą ciągłości produkcji. Jednak eksperci wskazują, że odpowiedzią na te wyzwania jest cyfryzacja.

– W ekspresowym tempie rozpoczęto przygotowania firm do funkcjonowania w nowej rzeczywistości. Oprócz

inwestycji w narzędzia zdalne firmy zainwestowały pieniądze w pełną cyfryzację – stwierdza Krzysztof Andrulik, Dyrektor Działu Mechanika i Wytwarzanie w PROCAD SA.

– Co okazało się niezbędne? Infrastruktura techniczna, np. jednolity system bazujący na zintegrowanych systemach do zarządzania danymi, informacją i dokumentacją, ale też dostęp do firmowych laptopów – dodaje Radosław Cieślak.

Jaki będzie kolejny rok?

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego, w okresie styczeń – grudzień 2020 r. produkcja sprzedana przemysłu była o 1,0% niższa w porównaniu z analogicznym okresem 2019 r., kiedy notowano wzrost o 4,0%. Choć grudzień okazał się ósmym miesiącem nieprzerwanego wzrostu aktywności w sektorze, polski przemysł wciąż ma do nadrobienia bardzo duże straty spowodowane pandemią.

Według Radosława Cieślaka z Autodesk digitalizacja powiązana z wykorzystaniem funduszy unijnych na rozwój „zielonej technologii” to trend na 2021 rok. Powinno się to przyczynić do odbicia gospodarczego na rynku nie tylko w 2021, ale i w kolejnych latach.

– Gdybym miał wskazać kilka głównych trendów, to sądzę, że kluczowa będzie postępująca digitalizacja – budowanie spójnego ekosystemu zarządzania danymi projektowymi w firmach. Spodziewam się też większej otwartości na ekspertów pracujących zdalnie. To duża szansa dla polskich pracowników, zarówno jeśli chodzi o pracę zdalną dla zagranicznych podmiotów, jak i korzystanie z zasobów ludzkich w różnych miejscach w Polsce – dodaje Radosław Cieślak.

Kiedy możemy spodziewać się powrotu do normalności?

– Jestem pewny, że świat po pandemii nie będzie już taki sam. Powrót do normalności zajmie dużo czasu, a dla

niektórych branż, takich jak lotnictwo czy turystyka, to mogą być lata. Przed nami pełna cyfryzacja firm, praca zdalna, ograniczanie kosztów związanych z wynajmem powierzchni biurowych, automatyzacja procesów. Według mnie jesteśmy już na to gotowi – podkreśla Krzysztof Andrulik.

By być na bieżąco i korzystać z doświadczeń praktyków, warto dołączyć do powołanej przez Autodesk Inicjatywy Przyszłość Polskiego Przemysłu. Koncentruje ona wokół siebie polskie firmy przemysłowe, stawiając sobie za cel wsparcie ich cyfryzacji. Nadrzędnym celem inicjatywy jest dzielenie się wiedzą, wymiana doświadczeń, pomoc w zrozumieniu i wdrożeniu w polskich przedsiębiorstwach innowacyjnych technologii cyfrowych, które pozwolą kreować lepsze produkty, ograniczając zużycie materiałów, czasu czy innych kluczowych zasobów. ■

Źródło: Autodesk

WYDARZENIA

● Praca zdalna – jak stworzyć domowe biuro dostosowane do indywidualnych potrzeb?

Co trzeci Polak w obawie przed zarażeniem koronawirusem pracuje z domu – pokazuje badanie wykonane na zlecenie BIG InfoMonitor. Z tego samego opracowania wynika również, że Polacy cenią możliwość pracy z domu, ponieważ ta wartość pojawiła się w dziesiątce najważniejszych czynników, które warunkują poziom satysfakcji z zatrudnienia. Dodatkowo z badań Eurostatu można wnioskować, że już w 2019 roku 26 proc. zatrudnionych w Polsce posiadało odpowiednie narzędzia do wykonywania zawodowych obowiązków poza biurem firmy. To jednak dopiero sytuacja związana z pandemią zmusiła znaczną część pracowników biurowych do wykonywania z domu obowiązków związanych z pracą. Warto zaznaczyć, że część społeczeństwa nie posiada oddzielnego, dopasowanego do tego pomieszczenia. Poniżej przedstawiamy kilka wskazówek, jak w prosty sposób stworzyć domowe biuro we własnym mieszkaniu.

Pandemia wymusiła na pracownikach dynamiczne reorganizowanie domowych przestrzeni w biura oraz zdalne klasy szkolne. Z dnia na dzień kuchnie, salony i sypialnie zmieniły się w przestrzenie biurowe oraz sale do wideokonferencji. Przy doborze miejsca do pracy warto zwrócić uwagę na dostęp do naturalnego światła oraz ergonomię siedziska. Pracowanie z kanapy może odbywać się np. na etapie researchu, poszukiwania inspiracji do projektu, ale praca w dłuższej

perspektywie w takiej pozycji może negatywnie wpływać na kręgosłup. W ramach zadbania o samopoczucie warto znaleźć wygodne siedzisko oraz wentylację powietrza w pomieszczeniu, w którym przebywamy. Dodatkowo w miarę możliwości należy zadbać o wydzieloną przestrzeń, w której nic nie będzie nas rozpraszało, dlatego też praca z kuchni nie zawsze jest najlepszym pomysłem.

Podczas pracy z domu warto zaopatrzyć się w część urządzeń, z których korzystamy w stacjonarnym biurze. Myszka bezprzewodowa czy słuchawki z funkcją wyciszania dźwięków otoczenia przydadzą się szczególnie, gdy w salonie na dywanie trwają wyścigi drewnianych samochodzików, a termin na wysłanie ważnego raportu minął wczoraj.

Praca zdalna oraz odbywanie zajęć szkolnych w tym samym czasie i miejscu to spore wyzwanie. Warto spróbować skoordynować domowy harmonogram aktywności, aby nawzajem sobie nie przeszkadzać oraz nie ograniczać transferu danych. Jeżeli w naszym kalendarzu widnieje ważna wideokonferencja, można poinformować o tym resztę domowników, aby w tym terminie nikt nam nie przeszkadzał oraz nie ograniczał przepustowości sieci. W ramach ustrukturyzowania planu dnia można pokusić się o stworzenie graficznego harmonogramu za pomocą Brother Creative Center, do którego każdy domownik będzie miał dostęp.

Źródło: Brother Polska

Archipelag sztucznej inteligencji. Część III

Ryszard Tadeusiewicz

Wprowadzenie

W dwóch poprzednich numerach miesięcznika „Napędy i Sterowanie” opisywałem, czym jest sztuczna inteligencja (AI). Dla ożywienia narracji porównałem sztuczną inteligencję do archipelagu wysp, a poszczególne metody AI opisałem jako wyspy (rozumiane oczywiście metaforycznie, ale na zasadzie umowy pisane bez cudzysłowu). W grudniowym numerze NiS (z ubiegłego roku) opisałem w ten sposób metody symboliczne, sieci neuronowe i systemy ekspertowe. W numerze styczniowym prezentowałem metody zbiorów rozmytych i logiki rozmytej, zbiory przybliżone i rozpoznawanie obrazów (*pattern recognition*). Dzisiaj kilka kolejnych metod – opisywanych jako wyspy, ale zaprezentowanych solidnie poprzez podanie najważniejszych cech rozważanych metod. Jako pierwsze omówimy metody analizy skupień.

Analiza skupień (*cluster analysis*)

Metaforyczny obraz wyspy, symbolizującej metody analizy skupień, przedstawia rysunek 1.

Metody analizy skupień są w pewnym sensie odwrotne w stosunku do omawianych w poprzednim artykule (ze stycznia br.) metod rozpoznawania obrazów. Przy rozpoznawaniu obrazów mamy z góry ustalone pewne kategorie, a algorytm *pattern recognition* ma dla nowego obiektu ustalić, do jakiej kategorii można go zaliczyć. Natomiast przy analizie skupień mamy do dyspozycji dane wielu obiektów, a algorytm *cluster analysis* ma ustalić, do ilu skupień (odpowiedników kategorii) można te obiekty przyporządkować i jak podzielić rozważane obiekty pomiędzy wykryte skupienia (rys. 2).

Żartobliwa ilustracja tego, czym jest skupienie pokazana jest na rysunku 3.

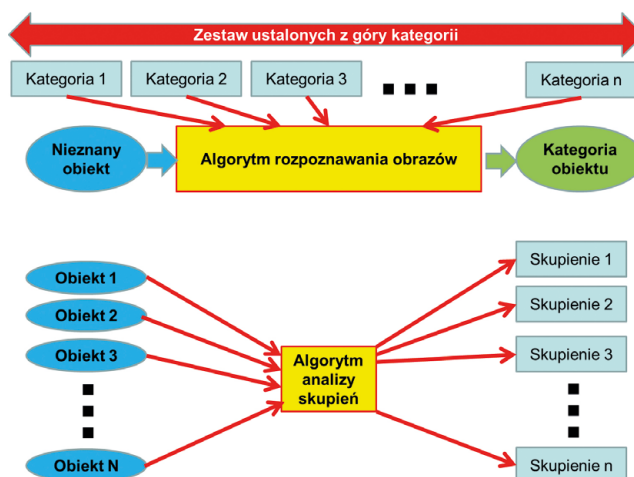
Dość często metody analizy skupień są stosowane do tego, by prawidłowo zdefiniować zadanie rozpoznawania [1].

W metodach analizy skupień chodzi zwykle o wykrycie (i wykorzystanie!) faktu, że pewne obiekty są do siebie **podobne**. Zwykle poznaje się to po tym, że w tak zwanej przestrzeni cech (omawianej w poprzednim artykule) ich reprezentacje są blisko siebie – tak jak te pingwiny na rysunku 3 albo palmy występujące w dwóch skupieniach na rysunku 1. Takie blisko siebie położone obiekty można zgrupować, a potem traktować jednakowo we wszystkich procesach wykonywanych na tych danych – na przykład przy podejmowaniu decyzji. Na kilku kolejnych rysunkach pokazano etapy takiego grupowania. Na rysunku 4 pokazano stan początkowy, kiedy każdy obiekt jest traktowany indywidualnie i żadnych skupień się nie wykrywa.

Zastosowanie metody analizy skupień polega na tym, żeby umieścić obiekty położone blisko siebie w jednym skupieniu (klastrze). Owo skupienie w dalszej analizie będzie zastępowało



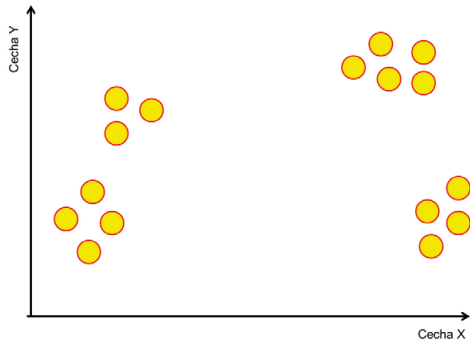
Rys. 1. Wyspa symbolizująca metody analizy skupień



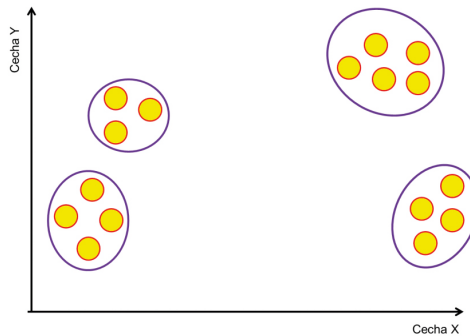
Rys. 2. Porównanie działania rozpoznawania obrazów (u góry) i analizy skupień (u dołu). Ważna uwaga przy analizie tego rysunku: liczba N (obiektów wyznaczających skupienia) jest znacznie większa od liczby n wyznaczonych skupień



Rys. 3. Przykładowe skupienie



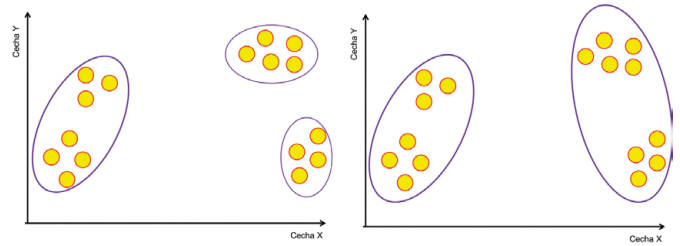
Rys. 4. Punkt wyjścia do analizy skupień. Obiekty nie są pogrupowane



Rys. 5. Pierwszy etap grupowania - wykryto 4 skupienia

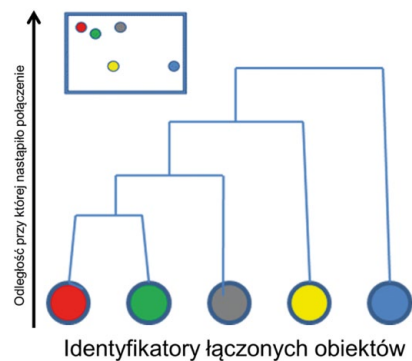
zawarte w nim pojedyncze obiekty (rys. 5). Korzyść jest taka, że skupień jest znacznie mniej niż obiektów.

Kluczowym zagadnieniem jest określenie odległości, która pozwala zaliczyć obiekty do jednego skupienia. Im mniejsza jest ta odległość, tym lepiej skupienie może zastępować w dalszych analizach zawarte w nim obiekty. Z drugiej jednak strony liczba skupień jest tym mniejsza, im ta odległość będzie większa (rys. 6).



Rys. 6. Zmiana liczby skupień na skutek zmiany odległości, przy której następuje łączenie obiektów

Żeby zaznaczyć, przy jakiej odległości nastąpiło połączenie określonych obiektów, efekty pracy analizy skupień często przedstawia się w postaci tak zwanego dendrytu (rys. 7).



Rys. 7. Prezentacja wyniku działania analizy skupień w postaci dendrytu. W lewym górnym rogu pokazano rozmieszczenie obiektów w przestrzeni cech

Jak widać na rysunku – im większą odległość dopuścimy jako umożliwiającą łączenie obiektów w jedno skupienie, tym bardziej liczna jest zawartość tego skupienia. Na końcu, przy przyjęciu bardzo dalekiego zasięgu procesu grupowania, wszystkie obiekty zlewają się w jedno skupienie, co oczywiście

reklama

NOWIMEX®

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

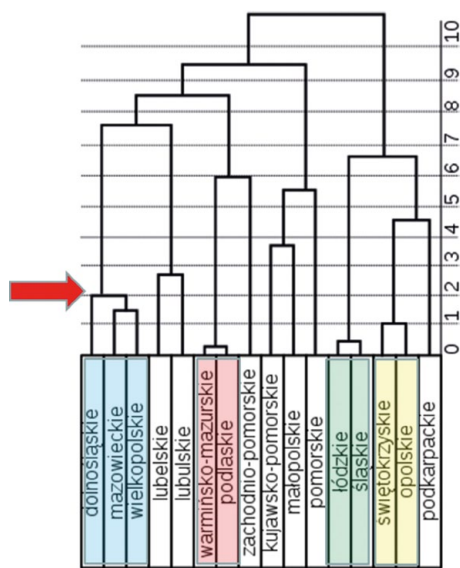
- VAHLE** – Systemy zasilania ruchomych odbiorników prądu.
- SCHLEGEL** – Tablicowy osprzęt sterowniczo-sygnalizacyjny.
- LEAB** – Systemy zasilania pojazdów ratowniczych, pożarniczych i medycznych w prąd i sprężone powietrze.
- TEXELCO** – Sygnalizatory świetlne i dźwiękowe.
- HUGRO** – Dławice do kabli.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



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

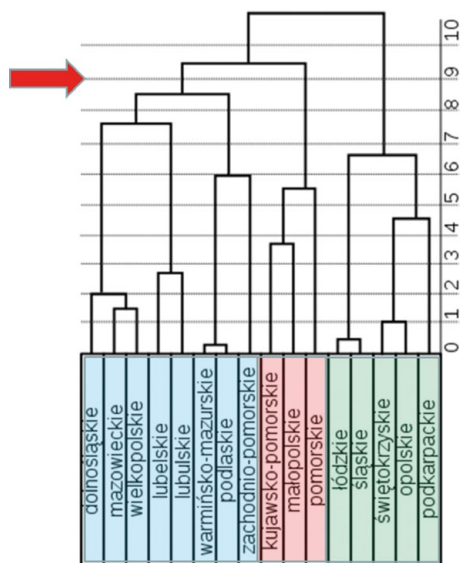
jest całkiem nieprzydatne. Żeby uzyskać poprawne grupowanie, trzeba przyjąć (zwykle arbitralnie, bo tu nie ma dobrych procedur automatycznych) jakiś poziom „ciącia” dendrytu. Na rysunkach 8 i 9 pokazane są skutki wyboru niskiej i wysokiej wartości cięcia. W badaniach, których te rysunki dotyczą, przestrzenią cech był zbiór danych społeczno-ekonomicznych poszczególnych polskich województw. Ich nazwy są wypisane na prostokątach symbolizujących te obiekty w dolnej części rysunku, zaś dendryt powstały podczas ich grupowania z coraz większym dozwolonym dystansem narysowano powyżej.

Gdy przyjmie się małą wartość wysokości cięcia (czerwona strzałka) – powstanie 7 skupień, pokazanych na rysunku 8.



Rys. 8. Wynik analizy skupień przy małej wartości wysokości cięcia dendrytu

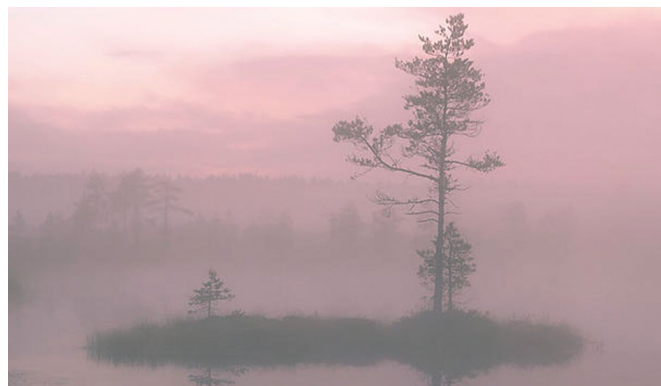
W poszczególnych skupieniach zebrane zostały obiekty rzeczywiście bardzo do siebie podobne, ale do pewnych zastosowań tak duża liczba skupień jest niewygodna. Możemy więc wysokość cięcia dendrytu podnieść (rys. 9).



Rys. 9. Wynik analizy skupień przy dużej wartości wysokości cięcia dendrytu

Otrzymujemy wtedy zaledwie trzy skupienia województw – ale zdecydowanie sensownie pogrupowanych.

Skupienia mogą grupować większe lub mniejsze ilości danych, co zilustrowano na rysunku 10, prezentując zamiast grup drzew wyższe albo niższe pojedyncze drzewa – właśnie reprezentujące owe skupienia i swoją wysokością sygnalizujące liczebność odpowiednich skupień.



Rys. 10. Metafora skupień gromadzących różne liczby obiektów

Korzyść, jaką można odnieść dzięki przejściu od rozpatrywania danych oryginalnych (rozproszonych) do rozpatrywania danych pogrupowanych w skupienia – zilustrowano na rysunku 11. Oczywiście warunkiem takiego korzystnego grupowania danych jest znalezienie takiej przestrzeni cech, w której dane należące do różnych kategorii będą tworzyły ładne skupienia. Ale warto do tego dążyć!



Rys. 11. Korzyść odniesiona dzięki zastosowaniu analizy skupień

Algorytmy genetyczne

Kolejna wyspa archipelagu sztucznej inteligencji omawiana w tym przeglądowym artykule związana jest z kolejną grupą metod wzorowanych na naturze. Poprzednio (grudzień 2020) omawiałem sieci neuronowe, czyli modele procesów biologicznych toczących się w skali mikro, natomiast teraz sięgamy do procesu przebiegającego w skali makro – czyli do ewolucji. Dziedzinę tę reprezentuje wyspa pokazana na rysunku 12.

Jak wiadomo, istotą procesu ewolucji jest stopniowe doskonalenie kolejnych pokoleń aż do wytworzenia gatunków optymalnych ze względu na wymagania środowiska. Ilustruje to żartobliwie rysunek 13, którego oczywiście nie trzeba brać dosłownie, bo człowiek zdecydowanie nie wywodzi się od dinozaurów – ale tak postanowiłem zaszyfrować proces ewolucyjnego doskonalenia.

Przeniesione do sztucznej inteligencji zasady ewolucji pozwalają na wygodne znajdowanie rozwiązań problemów różnorodnej **optymalizacji**. Jak wiadomo, optymalizacja polega na wyznaczeniu spośród dopuszczalnych rozwiązań jakiegoś problemu

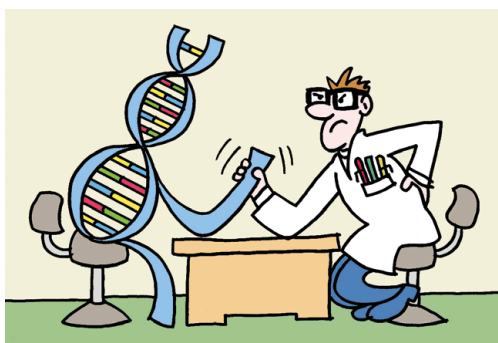


Rys. 12. Symbol genu (odcinek DNA) sterujący komputerem – to metafora algorytmów genetycznych



Rys. 13. Istotą procesu ewolucji jest stopniowe doskonalenie

rozwiązania najlepszego ze względu na przyjęte kryterium jakości (np. koszt, zysk, niezawodność). Użycie algorytmów genetycznych prowadzi do tego, że zamiast pracować poszukiwać najlepszego rozwiązania problemu informatycznego, lepiej pozwolić, żeby komputer sam sobie to rozwiązanie wyhodował [2]! W dodatku okazało się, że rozwiązania wytwarzane przez algorytm genetyczny bywają lepsze od tych wymyślonych przez ludzi (rys. 14).



Rys. 14. Rozwiązania znajdowane przez algorytmy genetyczne bywają lepsze od wymyślonych przez ludzi

Poznajmy więc podstawowe zasady, na jakich opierają się algorytmy genetyczne, żeby zrozumieć ich działanie.

Pierwszą rzeczą, jaką trzeba zrobić, gdy się planuje użyć algorytmu genetycznego do rozwiązania jakiegoś zadania, jest opisanie istoty tego zadania w postaci tak zwanego **chromosomu**.

W biologii chromosomy są nośnikami informacji genetycznej, sterującej rozwojem organizmu. W sztucznej inteligencji jest to wektor, w którym zapisane są wszystkie cechy poszukiwanego rozwiązania. Najprostszą formę chromosomu informacyjnego przedstawia rysunek 15. Jest to chromosom binarny, w którym zapisane są wyłącznie informacje o tym, że niektóre cechy występują w rozważanym rozwiązaniu (oznaczenie 1), a inne nie występują (oznaczenie 0). Chromosom będziemy utożsamiali z osobnikiem, a zbiorowość osobników z populacją.

Oczywiście chromosomy w algorytmach genetycznych mogą zawierać nie tylko zera i jedynki, ale także symbole oznaczające wybór jednej z kilku możliwości. Takie rozwiązanie pokazane jest na rysunku 16, na którym pokazano chromosom oraz osobnika (rybę) „zaprogramowanego” przez ten chromosom. Oczywiście w prawdziwych zastosowaniach algorytmów genetycznych osobnikiem nie jest ryba czy jakieś inne rzeczywiste stworzenie – tylko na przykład strategia inwestycyjna banku albo metoda sterowania zespołem zbiorników retencyjnych przy zapobieganiu powodzi – ale to trudniej narysować. Dlatego skorzystam z tych obrazków z rybkami (nie wiem, kto jest ich autorem, ale są bardzo fajne!), bo to ładnie pokazuje, o co chodzi, bez wchodzenia w skomplikowane abstrakcje.



Rys. 15. Przykładowa budowa chromosomu binarnego używanego w algorytmach genetycznych

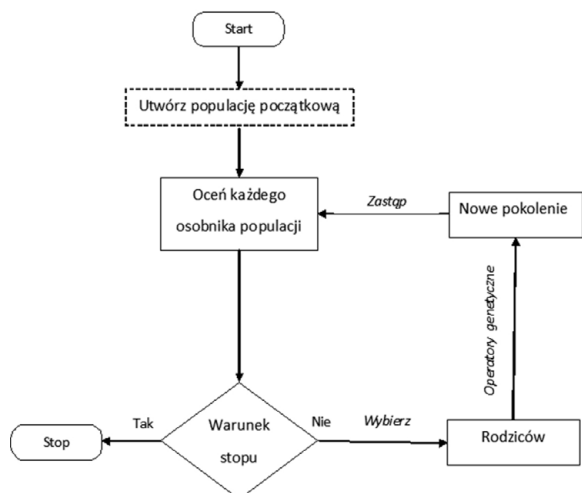
Na rysunku 16 u góry opisany jest sposób kodowania cech ryby za pomocą poszczególnych elementów chromosomu (genów), a na dole podany jest konkretny chromosom i obraz odpowiadającej mu ryby.

Ogólny schemat działania algorytmu genetycznego przedstawiono na rysunku 17. Przejdziemy przez kolejne bloki tego

kodowanie chromosomu						
kształt	ogon	kolor	pleśwy dółne	pleśwy górne	zęby	wąpy
P - podłużny O - okrągły	M - męły D - duby	C - czerwony N - niebieski Z - zielony B - białe	T - są N - brak	T - są N - brak	T - są N - brak	T - są N - brak



Rys. 16. Kodowanie właściwości osobnika (ryby) za pomocą chromosomu



Rys. 17. Struktura algorytmu genetycznego. Omówienie w tekście

schematu, cały czas ilustrując ogólne zasady – przykładem związanym z tymi pomysłowymi rybami. Jeszcze raz podkreślam, że nie ja ten przykład wymyśliłem, ale w żaden sposób nie mogę się dowiedzieć, kto jest autorem tego pomysłowego rysunku, więc w dobrej wierze korzystam tu z cudzej własności intelektualnej – mając nadzieję, że może dzięki tej publikacji dowiem się, kogo powinienem prosić o zgodę na skorzystanie z tego rysunku.

Pierwszym krokiem algorytmu przedstawionego na rysunku 17 jest utworzenie populacji początkowej. Zwykle taką populację tworzy się, generując chromosomy zawierające geny, które mają losowo wybrane wartości. Przykład populacji początkowej dla rozważanej ewolucji ryb przedstawia rysunek 18.



Rys. 18. Przykładowa, losowo utworzona populacja początkowa ryb

Następny krok algorytmu nakazuje ocenić każdego osobnika populacji. Ta ocena w rzeczywistych zastosowaniach algorytmów genetycznych polega na tym, że każdy osobnik proponuje jakiś sposób rozwiązania postawionego zadania, a te rozwiązania dają większą albo mniejszą wartość przyjętego **kryterium jakości**. Takim kryterium może być na przykład uzyskiwany zysk, osiągnięta niezawodność, sprawność działania itp. Jeśli w skład kryterium wchodzi składniki, które uważamy

za niekorzystne (na przykład ponoszony koszt albo wielkość zanieczyszczenia środowiska) – to odpowiednie składniki można brać ze znakiem minus w formule wyznaczającej wartość kryterium albo korzystać z ich odwrotności.

Optymalizacja, będąca zawsze celem działania algorytmu genetycznego, zmierza do znalezienia takiego rozwiązania, które zapewni **największą** wartość kryterium jakości. Z tego punktu widzenia każdy osobnik może być oceniony jako lepszy (gdy zapewnia większą wartość kryterium) lub gorszy (w przeciwnym przypadku). Dla rozważanej przykładowo populacji ryb ta funkcja kryterialna może być ustalona dowolnie – na przykład w rzeczywistych warunkach mogłaby to być ilość pożywienia, jaką ryba zdołała zdobyć. W prezentowanej tu umownej zabawie w ewolucję ryb można by było przyjąć kryterium urody – ryba zdobywa tym większą liczbę punktów, im bardziej się obserwatorowi podoba.

Kolejną czynnością w rozważanym algorytmie (patrz rys. 17) jest sprawdzenie warunku stopu. Każdy algorytm musi mieć zagwarantowane, że po skończonym czasie się zatrzyma, a ewolucja może trwać w nieskończoność, więc ten warunek jest bardzo ważny. Decyzja o zatrzymaniu algorytmu może zostać podjęta po zaistnieniu jednej z dwóch okoliczności: albo osobnik z aktualnie rozważanej populacji, który osiągnął najlepszy wynik, jest już tak dobry, że więcej nie trzeba szukać, albo została wykonana założona z góry maksymalna liczba iteracji (wymian pokoleń – patrz dalej).

Zaistnienie pierwszej okoliczności stopującej algorytm oznacza sukces. Chromosom „zwycięskiego” osobnika zawiera przepis, jakie mają być cechy optymalnego rozwiązania. Niczego więcej nie potrzeba! Jednak ta sytuacja prawie nigdy nie zachodzi w rozważanej w tym momencie populacji początkowej.

Zatrzymanie algorytmu na skutek wyczerpania założonej liczby operacji oznacza niepowodzenie. Symulowana ewolucja nie dostarczyła akceptowalnego rozwiązania. Trzeba poszukiwać innych metod!

Jeśli warunek stopu nie nakazuje przerwania pracy – przechodzimy w prawo i przystępujemy do wyboru rodziców, którzy spłodzą osobniki, będące ich potomkami w następnym pokoleniu. Trzeba bowiem wiedzieć, że reprodukcja osobników w algorytmach genetycznych ma charakter płciowy, co symbolicznie przypomina rysunek 19.

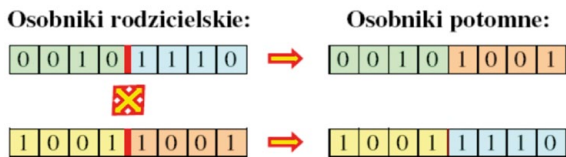
Jaki jest powód takiego wyboru?

Otóż w trakcie formowania chromosomów osobników potomnych chromosomy osobników rodzicielskich podlegają krzyżowaniu. Wybierany jest losowo punkt, w którym chromosomy osobników rodzicielskich zostają przecięte i zestawione w taki sposób, że każdy osobnik potomny otrzymał połowę chromosomu jednego rodzica i połowę chromosomu drugiego (rys. 20).

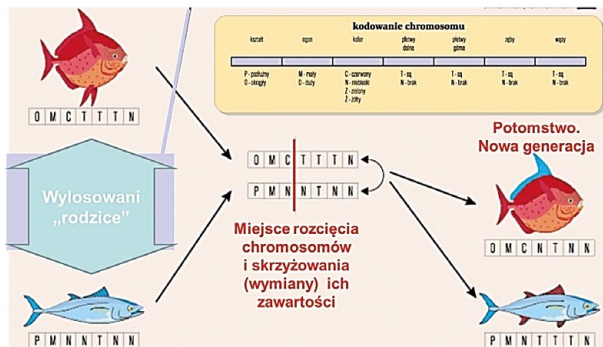
W żartobliwym przykładzie ewolucji ryb wygląda to tak, jak przedstawiono na rysunku 21.



Rys. 19. Symbol przypominający płciowy charakter generacji nowych pokoleń w algorytmach genetycznych



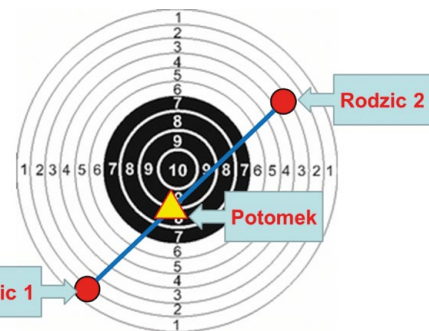
Rys. 20. Zasada krzyżowania



Rys. 21. Proces krzyżowania chromosomów

Po co to się robi?

Chodzi o to, by potomek – dziedzicząc cechy po obojgu rodzicach – mógł mieć większe szanse na to, by w następnym pokoleniu okazać się „zwyćskim”. Ilustruje to rysunek 22, na



Rys. 22. Korzystny efekt krzyżowania genów dwojga rodziców

którym proces poszukiwania najlepszego osobnika zilustrowano jako strzelanie do tarczy. Obydwa osobniki rodzicielskie uzyskują nie najlepsze wyniki (daleko od centrum tarczy), natomiast potomek, mający chromosom powstały z krzyżowania chromosomów rodziców, może uzyskać lepszy wynik.

No dobrze, ale jak dobierać rodziców?

Logiczne jest, by promować chromosomy tych osobników, którzy osiągnęli w populacji lepsze wyniki. Dlatego w algorytmach genetycznych stosuje się zwykle zasadę ruletki. Każdemu osobnikowi z aktualnie rozważanej populacji przydziela się sektor na obwodzie symulowanego komputerowo „koła ruletki” o wielkości proporcjonalnej do uzyskanej przez niego wartości

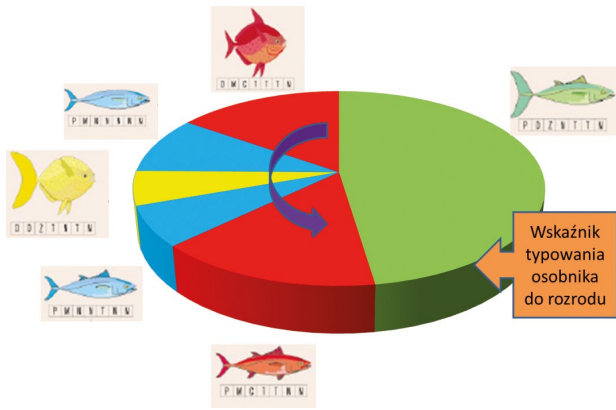
reklama

BEFARED
 Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów

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

www.befared.pl

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



Rys. 23. Podział „koła ruletki” na sektory odpowiadające poszczególnym osobnikom

funkcji kryterialnej (rys. 23). Koło zostaje wprowadzone w ruch (a właściwie inicjowana jest akcja realizowanego algorytmicznie generatora liczb losowych), a gdy się zatrzyma – przy wskaźniku typowania osobnika do rozrodu jest punkt sektora należącego do określonego osobnika, więc to on zostaje wytypowany.

Potem w taki sam sposób typowany jest drugi osobnik rodzicielski – i tworzona jest para, która w sposób wyżej opisany wygeneruje potomstwo. Najczęściej do następnej populacji brane są dwa osobniki potomne o chromosomach wytworzonych metodą krzyżowania. Potem „koło ruletki” rusza jeszcze raz i jeszcze raz – aż wytworzona zostanie populacja potomków o takiej samej liczebności, jak populacja rodzicielska. Osobniki odnoszące sukcesy mogą mieć potomstwo wielokrotnie, a osobniki mające kiepskie wyniki mogą wcale nie doczekać się swojej okazji – ale o wszystkim decyduje mechanizm losowy. Nawet jeśli w wyniku losowania ta sama para osobników zostanie ponownie wylosowana do reprodukcji – potomstwo może być całkiem inne, bo miejsce rozcięcia chromosomów jest także wybierane losowo, więc w wyniku krzyżowania powstaną (zapewne – bo tu także działają czynniki losowe) osobniki potomne o odmiennych właściwościach.

Jak wynika z rysunku 17 – przy tworzeniu nowego pokolenia z pokolenia rodziców działają operatory genetyczne. Ważniejszy z tych operatorów już poznaliśmy – jest to operator krzyżowania. Dodatkowo, ale z mniejszym prawdopodobieństwem, działa operator mutacji.

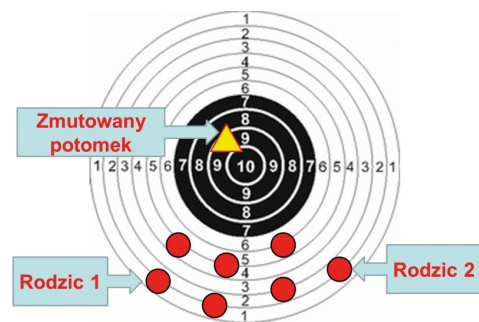
Mutacja polega na tym, że w chromosomie któregoś z osobników potomnych zmienia się losowo jeden z genów. Przykład mutacji przedstawiono na rysunku 24. W pokoleniu rodziców



Rys. 24. Ilustracja działania operatora mutacji

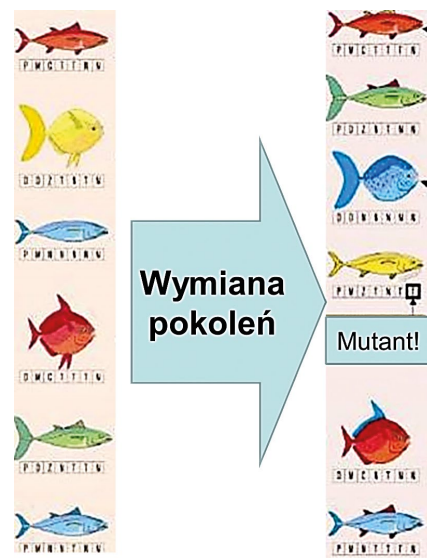
żadna ryba nie posiada wąsów. Natomiast jeden z potomków uzyskuje ten element swojej budowy na zasadzie losowej zmiany odpowiedniego genu. Oglądając rysunek 24, warto zajrzeć też na rysunek 16, żeby sobie przypomnieć znaczenie poszczególnych genów.

Istota działania operatora mutacji polega na tym, że w wyniku jego działania pojawiają się w populacji potomnej osobniki mające cechy, których w populacji rodzicielskiej nie ma, na skutek czego żadne krzyżowanie w tej populacji nie pozwala na osiągnięcie znaczącego polepszenia osiąganych wartości kryterium. Natomiast mutant może mieć te możliwości. Skutek tego w dążeniu do osiągnięcia zamierzonego celu przedstawiony jest na rysunku 25.



Rys. 25. Efekt działania mutacji

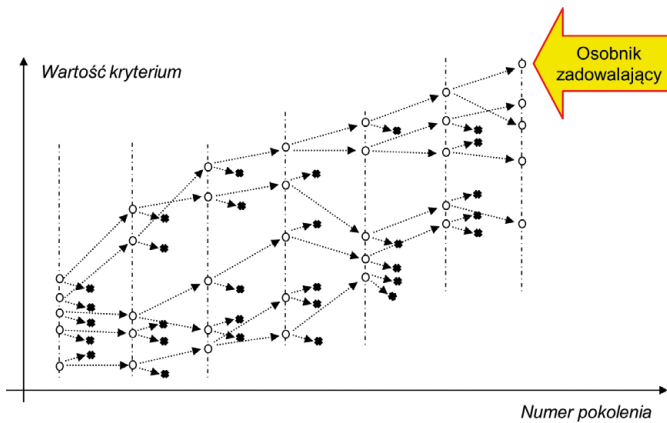
Po wykonaniu wszystkich operacji wyboru rodziców, krzyżowania genów i ewentualnie mutacji powstaje – zgodnie z rysunkiem 17 – nowe pokolenie. Przedstawiono to na rysunku 26.



Rys. 26. Pokolenie rodzicielskie i potomne w procesie przykładowej ewolucji

Po podmianie pokolenia rodzicielskiego na pokolenie potomne cały cykl się zamyka. Teraz to osobniki pokolenia potomnego będą oceniane, na podstawie ich ocen będzie się rekrutować rodziców, którzy będą generować nowych osobników z zastosowaniem operatorów genetycznych – aż powstanie kolejne pokolenie i ponownie cykl się zamknie.

Na rysunku 27 pokazano, jak wartość kryterium zmienia się w kolejnych pokoleniach. W każdym pokoleniu są osobniki



Rys. 27. Przebieg optymalizacji przy użyciu algorytmu genetycznego

lepsze i gorsze, ale w reprodukcji następnego pokolenia biorą udział głównie te lepsze, więc cała populacja regularnie podnosi swoje wyniki – aż wreszcie nadchodzi moment, kiedy najlepszy osobnik któregoś pokolenia osiąga taką wartość funkcji kryterium, która może być uznana za zadowalającą. W tym momencie działanie algorytmu można przerwać i wykorzystać uzyskane rozwiązanie. Warto zauważyć, że uzyskanie tego rozwiązania przy użyciu algorytmu genetycznego wiąże się z ogromnym nakładem obliczeń, czyli wymaga zaangażowania silnego komputera albo dłuższego oczekiwania na wyniki. Ale za to rozwiązanie uzyskuje się bez własnego wysiłku – po zdefiniowaniu chromosomu i funkcji obliczającej wartości kryterium wszystko dzieje się automatycznie. Nic dziwnego, że algorytmy genetyczne stale zyskują na popularności!

Algorytmy mrówkowe – podejście wąskie, ale owocne

Kolejną grupą metod sztucznej inteligencji – wzorujących swoje działanie na naśladowaniu w komputerach procesów zaobserwowanych w naturze – są algorytmy mrówkowe, należące do szerszej klasy metod określanych jako „inteligencja roju”. Metaforyczna wyspa (rys. 28) prezentująca tę grupę metod sztucznej inteligencji ma charakterystyczny kształt: jest raczej wąska, ale wysoka. Sygnalizuje to fakt, że obszar zastosowań tej grupy jest wąski, ale rozwiązywane problemy bywają naprawdę trudne. Wiążą się one głównie z wyszukiwaniem najkorzystniejszej ścieżki w grafie, co jest matematyczną i informatyczną



Rys. 28. Prezentacja alegorii algorytmów mrówkowych

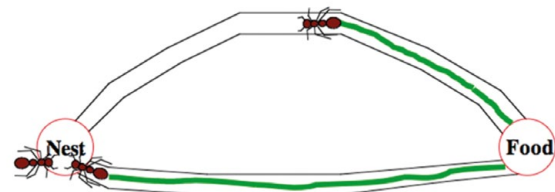
reprezentacją bardzo wielu praktycznych problemów. Kilka przykładów zastosowania algorytmów mrówkowych do rozwiązywania bardzo różnych zagadnień znaleźć można w publikacjach [3, 4, 5, 6, 7]. Algorytmy te bywają bardzo skuteczne, co symbolizuje potężne drzewo rosnące na wyspie, a rozpoczęcie pracy z nimi jest łatwe, co jest zasygnalizowane przez brzegi nadające się do łatwego wkroczenia. Przypominam, że we wcześniejszych artykułach przedstawiałem niektóre wyspy z bardzo nieprzyjawnymi brzegami (na przykład metody symboliczne), znamionującymi trudności dla początkujących użytkowników. W przypadku algorytmów mrówkowych takich trudności się nie napotyka.

Idea algorytmów mrówkowych opiera się na spostrzeżeniu, że pojedyncza mrówka nie cechuje się wysoką inteligencją, ale zbiorowość mrówek jest w stanie wytworzyć inteligencję kolektywną. Przejawem tej kolektywnej inteligencji jest fakt, że mrówki, dążąc do jakiegoś celu, nie poruszają się chaotycznie, ale tworzą ścieżki (rys. 29).



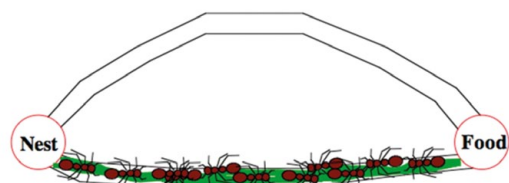
Rys. 29. Przykłady kolektywnej inteligencji mrówek

Opiera się to na bardzo prostej zasadzie: każda mrówka, idąc, pozostawia za sobą ślad w postaci substancji chemicznej (feromonu), która jest wyczuwana przez inne mrówki, które mają skłonność do podążania właśnie drogą zaznaczoną feromonem. Jednak feromon szybko paruje i ślad znika. Jeśli więc do jakiegoś celu są dwie drogi: krótsza i dłuższa – to pierwszy ślad feromonowy zostawi mrówka idąca krótszą drogą (rys. 30).



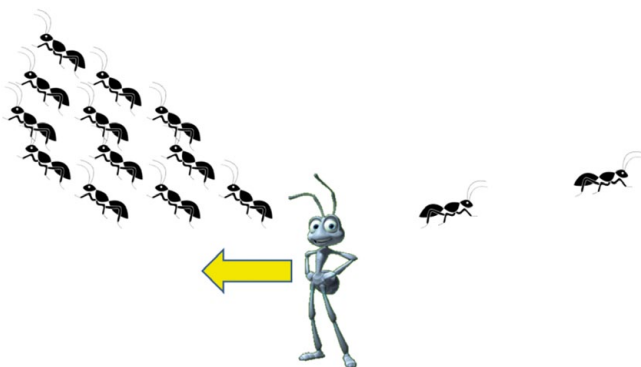
Rys. 30. Wczesniejszy ślad feromonowy na krótszej drodze

W efekcie tą krótszą drogą wybierze więcej mrówek (rys. 31).



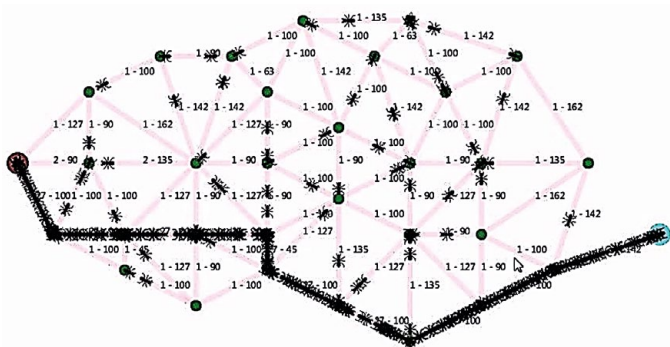
Rys. 31. Więcej mrówek podąża krótszą drogą

Każda kolejna mrówka, stając przed wyborem drogi – wybierze tę częściej uczęszczaną ze względu na silny ślad feromonowy (rys. 32).



Rys. 32. Zasada wyboru drogi przez pojedynczą mrówkę

Stosując tę prostą zasadę, można wygodnie (całkowicie automatycznie!) znajdować drogę w dowolnie rozbudowanym grafie (rys. 33). Odpowiednio pomysłowo stosując to podejście, można rozwiązywać mnóstwo praktycznych problemów, o czym świadczą przykłady opisane w publikacjach [3, 4, 5, 6, 7].



Rys. 33. Efekt działania algorytmu mrówkowego w bardziej rozbudowanym grafie

Uwagi końcowe

Chociaż prezentowany tu artykuł jest już trzecim w tej serii i jest dość obszerny – to jednak temat różnych metod sztucznej inteligencji (przedstawianych jako wyspy archipelagu) wciąż nie został całkiem wyczerpany. Zapowiadam zatem kontynuację cyklu w następnych numerach miesięcznika „Napędy i Sterowanie” – i mam nadzieję, że znajdą się Czytelnicy chętni do tego, żeby także i ten następny artykuł przeczytać.

Literatura

[1] TADEUSIEWICZ R., IZWORSKI A.: *Segmentation of Speech on Purpose of Recognition Using Cluster Analysis*. „Elektrotechnika” tom 7, zeszyt 3–4, 1988, https://www.academia.edu/27384037/Segmentation_of_Speech_on_Purpose_of_Recognition_Using_Cluster_Analysis.

- [2] Wyhoduj sobie rozwiązanie! (Algorytmy genetyczne, czyli jak stworzyć w komputerze sztuczną ewolucję) [*Breed your unique solution!*] Polska Gazeta Krakowska, 17.08.2011, https://www.academia.edu/39966084/Wyhoduj_sobie_rozwiazanie_; <http://www.gazetakrakowska.pl/artukul/439777,algorytmy-genetyczne-czyli-jak-stworzyc-w-komputerze-sztuczna-ewolucje,id,t.html>
- [3] PANCERZ K., LEWICKI A., TADEUSIEWICZ R., SZKOL J.: *Classification of Speech Signals through Ant Based Clustering of Time Series*, [IN] NGUYEN N.-T. ET AL. (EDS.): *Computational Collective Intelligence. Technologies and Applications, Part I*, LNAI 7653, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2012, https://www.researchgate.net/publication/262388568_Classification_of_Speech_Signals_through_Ant_Based_Clustering_of_Time_Series.
- [4] LEWICKI A., PANCERZ K., TADEUSIEWICZ R.: *Ant Colony Inspired Clustering Based on the Distribution Function of the Similarity of Attributes*. Chapter in the book: NGUYEN N.T., TRAWINSKI B., KATARZYNIAK R., GEUN-SIK JO (EDS.): *Advanced Methods for Computational Collective Intelligence*, Studies in Computational Intelligence, vol. 457, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013, https://www.researchgate.net/publication/278195962_Ant_Colony_Inspired_Clustering_Based_on_the_Distribution_Function_of_the_Similarity_of_Attributes.
- [5] PANCERZ K., LEWICKI A., TADEUSIEWICZ R., WARCHOL J.: *Rough Set Flow Graphs and Ant Based Clustering in Classification of Disturbed Periodic Biosignals*, Chapter in the book: POPOVA-ZEUGMANN L. (ED.): *Concurrency, Specification and Programming*. Informatik Berichte, Humboldt-Universität zu Berlin, 2012, https://www.researchgate.net/publication/289731888_Rough_set_flow_graphs_and_ant_based_clustering_in_classification_of_disturbed_periodic_biosignals.
- [6] PANCERZ K., LEWICKI A., TADEUSIEWICZ R., GOMULA J.: *Ant Based Clustering of MMPI Data – An Experimental Study*. Chapter in the book: YAO J.T, RAMANNA S., WANG G., SURAJ Z. (EDS.): *Rough Set and Knowledge Technology*, LNAI 6954, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2011, https://www.researchgate.net/publication/226283168_Ant_Based_Clustering_of_MMPI_Data_-_An_Experimental_Study; https://www.researchgate.net/publication/221104687_Ant_Based_Clustering_of_MMPI_Data_-_An_Experimental_Study.
- [7] LEWICKI A. AND TADEUSIEWICZ R.: *The Recruitment and Selection of Staff Problem with an Ant Colony System* [IN:] PARDELA T. AND WILAMOWSKI B. M. (EDS.): 3rd International Conference on Human System Interaction, Rzeszow, IEEE-Press, 2010, https://www.researchgate.net/publication/251938024_The_recruitment_and_selection_of_staff_problem_with_an_Ant_Colony_system.

prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz
AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
e-mail: rtad@agh.edu.pl, www.Tadeusiewicz.pl

XV edycja Konkursu miesięcznika

napędy miesięcznik
i sterowanie naukowo-
techniczny

PRODUKT ROKU 2020

KATEGORIE:

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



Ogłoszenie wyników konkursu oraz wręczenie nagród i wyróżnień odbędzie się podczas Międzynarodowych Targów AUTOMATICON 2021.

Więcej na www.nis.com.pl

Wymiar biznesowy ataków na systemy uczące się. Cz. 1

Mariusz Rafało

1. Wprowadzenie

W dzisiejszych czasach większość procesów biznesowych jest z informatyzowana, a wiele z nich jest realizowanych wyłącznie w świecie cyfrowym. Informatyzacja sprawia, że poszczególne kroki procesu, generowane dane czy inne informacje, są rejestrowane w bazach danych. Dane rejestrowane w ten sposób określa się mianem cyfrowego śladu. Służą one monitorowaniu procesu i analizowaniu aktywności uczestników procesu (Surma, 2017). Przykładowo: w bazach danych dostępne są informacje o złożonych zamówieniach, wystawionych fakturach, dostępnych produktach, zalogowanych klientach itd. Rejestrowane są wszelkie działania i aktywności klientów wykonywane na stronie WWW, w aplikacjach mobilnych, a także coraz częściej w sklepach i punktach obsługi klienta. Dane mogą być również zbierane bez aktywnego udziału klienta – np. za pomocą czujników RFID, geolokalizacji GSM, GPS czy lokalizacji wi-fi. Niezależnie od branży cyfrowe ślady interakcji firmy z klientami są rejestrowane w systemach informatycznych. Przy czym coraz częściej dzieje się to w czasie niemal rzeczywistym, co oznacza przykładowo, że jeśli klient złożył reklamację w placówce firmy, to niemal w tej samej chwili informacja o tym jest dostępna w systemie CRM, zatem gdy klient zadzwoni na infolinię tej firmy, zostanie obsłużony z wykorzystaniem najbardziej aktualnej wiedzy.

Dane pochodzące z cyfrowego śladu mogą być wykorzystane dwojako. Po pierwsze, mogą służyć bieżącemu wsparciu procesów biznesowych. Po drugie, dane można wykorzystywać w celach analitycznych. Służą temu głównie dane historyczne, które można wykorzystać jako zbiór uczący dla systemów uczących

się czy, ogólnie mówiąc, systemów sztucznej inteligencji (AI). Systemy AI, mające „wiedzę” na temat historycznych transakcji, pozwalają nie tylko na automatyzację działań operacyjnych, lecz także na wspieranie w podejmowaniu decyzji. Algorytmy sztucznej inteligencji opierają się na dobrze ugruntowanych zasadach matematyki, statystyki i ekonomii. W wielu przypadkach złożoność algorytmów i systemów AI jest jednak tak duża, że są one raczej postrzegane jako „czarne skrzynki”, które realizują konkretne działania, w sposób nie zawsze zrozumiały dla użytkownika. Ta złożoność, niedostępna dla ludzkiej percepcji, może być wykorzystana do potencjalnego „oszukania” systemu AI. Celem takich działań może być znalezienie luki w „czarnych skrzynkach” modeli sztucznej inteligencji. Można tego dokonać, stosując zaawansowane systemy analizy danych lub przez wprowadzanie do modelu specjalnie spreparowanych danych. Zaatakowany w ten sposób proces może zadziałać niepoprawnie (np. przyznać kredyt osobie, która nie powinna go otrzymać, zignorować transakcję, która jest oszustwem itp.) lub może całkowicie przestać działać.

Celem autora tego rozdziału jest przedstawienie zagrożeń wynikających z zastosowania autonomicznych systemów sztucznej inteligencji (robotów programowych), które wspierają lub całkowicie realizują procesy biznesowe. Niezawodność i ciągłość procesów biznesowych stanowią nie tylko o efektywności działania firmy, ale niejednokrotnie o jej działaniu w ogóle. Przykładami mogą być tu sklep internetowy, który traci możliwość finalizacji składanych zamówień, lub bank, który utracił zdolność rozpoznawania

ryzykownych kredytobiorców. Tego typu zagrożenia dla systemów uczących się wymagają zastosowania odpowiednich metod zarządzania ryzykiem.

2. Robotyzacja i automatyzacja procesów biznesowych

Proces biznesowy to uporządkowany zestaw działań, które są określone, mierzalne i prowadzą do uzyskania konkretnego rezultatu. Może on obejmować krótkie sekwencje działań (np. wystawienie faktury, przyjęcie reklamacji) lub bardziej złożone aktywności (np. realizacja zamówienia online, z możliwością odbioru produktu w wybranej lokalizacji). Ujęcie procesowe pozwala zarządzającym na kontrolowanie i monitorowanie działań firmy, zgodnie z prowadzonymi działaniami sprzedażowymi, marketingowymi czy obsługą klienta.

Automatyzacja procesu biznesowego polega na realizacji tego procesu (lub jego fragmentu) za pomocą technologii, bez udziału pracownika lub przy jego minimalnym udziale (zazwyczaj ograniczającym się do nadzoru). Obecnie większość procesów biznesowych jest wspierana przez informatyczne systemy zarządzania lub jest realizowana w całości w świecie cyfrowym. Takie procesy, jak elektroniczny obieg dokumentów, sprzedaż w kanałach elektronicznych czy śledzenie przesyłek kurierskich online, to przykłady procesów zautomatyzowanych.

Jeśli natomiast automatyzacja jest realizowana za pomocą oprogramowania, które wykonuje określone, często powtarzalne zadania, to można mówić o robotyzacji tego procesu. Robotyzacja jest rodzajem automatyzacji, który polega na tym, że proces (lub jego fragment) jest realizowany przez system informatyczny, tj. robota.

2.1. Robotyzacja procesów

Roboty kojarzą się powszechnie z automatami, które wykonują określone zadania w fabrykach, na liniach produkcyjnych lub halach montażowych (pomińjąc stereotypowy wizerunek robota w literaturze i kinie). Roboty, które wspierają lub realizują procesy biznesowe, są najczęściej specjalizowanymi systemami komputerowymi. Określanie tych programów mianem robotów stanowi metaforę; roboty programowe realizują zadania w świecie cyfrowym, analizują dane i wykonują określone akcje.

Robotyzacja procesów biznesowych (ang. *Robotic Process Automation – RPA*) to jeden z rodzajów automatyzacji procesów, który jest realizowany za pomocą robota programowego (Sobczak, 2020 a). Założeniem robotyzacji procesu jest zastąpienie powtarzalnych zadań wykonywane przez pracowników specjalistycznym oprogramowaniem (Sobczak, 2018). Robotyzacja zwiększa efektywność realizowanego procesu

biznesowego w kilku wymiarach. Po pierwsze, w ujęciu wydajności pracy: robot może przetworzyć i zweryfikować setki dokumentów, wprowadzić tysiące informacji do systemu lub zweryfikować jakość danych pomiędzy systemami. Drugi wymiar dotyczy jakości wykonywanych zadań: przy powtarzalnych zadaniach o określonej strukturze robot raczej nie popełnia błędów. Trzeci aspekt to ciągłość pracy: robot może pracować bez przerwy, a jeśli zajdzie taka potrzeba, może zostać zeskalowany, aby pracować równolegle.

Popularnym przykładem robotów programowych, opartych na regułach, są chatboty i voiceboty. Pierwsza kategoria służy do obsługi klienta za pomocą czatu, najczęściej na stronie internetowej, druga służy obsłudze klienta na linii telefonicznej. W obu przypadkach robot obsługuje komunikację z klientem i realizuje wybrane zadania, wynikające z informacji otrzymanych od klienta.

Podstawowe ujęcie robotyzacji dotyczy zatem realizacji większej liczby operacji oraz wykonywania ich w sposób nieprzerwany i bezbłędnie. Inne, nieco mniej oczywiste zastosowania robotów obejmują nie tyle automatyzację działań, ile ich samodzielne inicjowanie. Przykładowo robot programowy, mający autonomię, może ocenić zdolność kredytową klienta banku, może zweryfikować online poprawność transakcji internetowych w ciągu dziesiątych części sekundy czy też zaproponować maklerowi najbardziej optymalną decyzję zakupową. Roboty autonomiczne działają na nieco innych zasadach niż roboty „klasyczne”, oparte na powtarzalnych regułach.

Systemy klasy RPA służą do budowania robotów programowych, uruchamiania ich w środowisku procesu biznesowego oraz do sterowania robotami. Możliwość automatycznej realizacji zadań przez roboty programowe

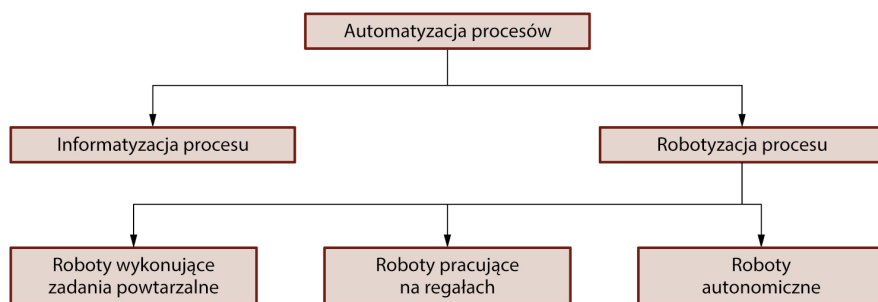
reklama

LINAK.PL/LONGLIFE



20 x dłuższy okres użytkowania

Nowy siłownik LA36 Long Life firmy LINAK wykonuje 200 000 cykli pracy przy maksymalnym obciążeniu - czyli 20 razy więcej niż tradycyjne siłowniki dostępne na rynku.



Rys. 1. Klasyfikacja automatyzacji procesów biznesowych

Źródło: opracowanie własne

pochodzą ze zdefiniowanych reguł postępowania w konkretnych przypadkach. System działa według określonych sekwencji i wykonuje określone akcje. Przykładowo mogą to być akcje ekranowe (wprowadzenie informacji, nawigowanie po ekranie itp.), akcje związane z komunikacją z innymi systemami (np. połączenie do bazy danych czy uruchomienie innego systemu) itp. Wraz ze wzrostem poziomu autonomii robota programowego komponenty, które odpowiadają za podejmowanie decyzji, wykorzystują coraz bardziej zaawansowane techniki analiz danych. W zależności od posiadanej autonomii systemy programowe można podzielić na (rys. 1):

- **roboty, które wspierają działania rutynowe:** weryfikacja dokumentów, automatyczne skanowanie dokumentów PDF, odczytywanie danych z jednego systemu i wpisywanie ich do innego itp.;
- **roboty oparte na regułach:** systemy działają, wykonując akcje, które są wyzwalane przez określone zdarzenia czy dane, np. obsługa klienta za pomocą chatbota;
- **roboty autonomiczne:** mogą podejmować samodzielne decyzje, np. w zakresie rekomendacji produktu klientowi lub w zakresie oceny zdolności kredytowej klienta.

Warto także wspomnieć, że istnieją zrobotyzowane procesy, które w ogóle nie mogłyby być realizowane, gdyby nie wykonywał ich robot. Przykładowo proces spersonalizowanej rekomendacji produktów w kanale internetowym byłby niemożliwy do realizacji bez udziału specjalizowanego systemu¹. Sam proces prezentowania określonej treści

klientom online oczywiście istnieje, ale ma on niewiele wspólnego z rekomendacją personalizowaną, ponieważ każdy (lub niemal każdy) klient otrzymuje ten sam komunikat. Dopiero wprowadzenie algorytmów eksploracji danych pozwala na to, aby każdego (lub niemal każdego) klienta traktować indywidualnie i prezentować mu treści, które mogą być dla niego interesujące.

2.2. Sztuczna inteligencja w robotyzacji procesów

Zaawansowane techniki i technologie analizowania danych stały się w ostatnich latach bardziej dostępne dla organizacji. W sposób szczególny przyczynia się do tego rozwój oprogramowania otwartego (ang. *open source*), głównie w domenie *big data*, oraz rozwój systemów oferowanych w chmurze (ang. *cloud computing*). Pokusa jest duża: zastosowanie AI pozwala bowiem na istotne optymalizacje i korzyści we wspieranych przez nie procesach biznesowych. Dla niektórych firm stanowi to o optymalizacji realizowanych procesów, dla innych stanowi podstawowy czynnik przewagi konkurencyjnej (Davenport i Harris, 2007; Surma, 2009). Nawet relatywnie proste systemy AI mogą zostać wykorzystane do poprawy procesów decyzyjnych czy do wsparcia procesów biznesowych. Przykładowo sieć neuronowa może wspierać decydentów w instytucji finansowej w doborze produktów finansowych w portfelu inwestycyjnym (Culkin i Das, 2017). Inny moduł, oparty na uczeniu maszynowym, może implementować chatbota, aby obsługiwał wybrane zlecenia klientów. Bot tekstowy (lub głosowy) może

istotnie obniżyć koszty obsługi klienta, zwłaszcza przy większej liczbie klientów i pewnej strukturyzacji zadań.

Obecnie takie procesy biznesowe, jak rekomendacje produktów, analiza ryzyka kredytowego, wycena szkód ubezpieczeniowych czy identyfikacja nadużyć są z powodzeniem realizowane przez roboty programowe, bez udziału lub przy minimalnym udziale człowieka (Sobczak, 2020 b). Procesy te, ze względu na specyfikę (brak powtarzalności i stałych reguł), są realizowane przez roboty programowe wykorzystujące techniki sztucznej inteligencji.

Wykorzystanie przez roboty programowe zaawansowanej analityki nie świadczy jeszcze o autonomii systemu RPA. Istnieją bowiem systemy, które wyłącznie wskazują rozwiązania problemów decyzyjnych, zaś podjęcie tej decyzji (podjęcie działania) pozostawiają operatorom. Takie rozwiązanie spotykane jest np. w systemach służących ustaleniu prawdopodobieństwa odejścia klienta lub rezygnacji klienta z usług firmy (tzw. analizy *churn*) w banku lub firmie telekomunikacyjnej. Rolą systemu jest analiza danych w celu zidentyfikowania i oznaczenia klientów, którzy w najbliższym czasie zrezygnują z usług firmy. Dalsze decyzje dotyczące tych klientów (zaproponowanie klientom atrakcyjnych promocji, obniżenie ceny świadczonych usług itp.) są już realizowane poza systemem RPA. Podobną sytuację można zauważyć na rynkach finansowych, gdzie przepływ danych następuje online, a systemy AI analizują te dane w czasie rzeczywistym i rekomendują decyzje.

W obu przytoczonych przykładach spotkać można jednak zastosowania, gdzie robot, poza rekomendacją decyzji, także ją podejmuje. W przypadku analizy *churn* robot może sam dokonać wysłania kampanii marketingowej do wytypowanych klientów, proponując im określone produkty czy promocje. W przypadku systemów finansowych samodzielne decyzje o zakupie czy sprzedaży mogą przynieść konkretne korzyści, bowiem system ma możliwość analizy pełnej dynamiki rynku (ceny akcji, kursy walut, stopy procentowe itp.), a także zachodzących pomiędzy nimi interakcji.

DRIVING YOUR BUSINESS



Oferujemy silniki
energooszczędne
klasy IE3

oraz pełny zakres mocy
silników dla przemysłu,
w tym energetyki
od 0,04kW do 6000kW



Jest to szczególnie przydatne w tych zastosowaniach, gdzie nie ma czasu na weryfikację proponowanej klasyfikacji przez osobę nadzorującą. Niekiedy decyzja musi być podjęta natychmiast, ponieważ już za kilka minut może ona być już nieadekwatna do sytuacji w otoczeniu. Takie scenariusze, jak blokowanie podejrzanych transakcji finansowych, oferowanie pożyczek gotówkowych w bankomatach czy wysyłanie powiadomień do klientów, którzy znajdują się w pobliżu sklepu, wymagają działań automatycznych. Wynika to z faktu, że wartość każdej informacji eroduje w czasie (Kozłowski, 2004).

Takie przekazanie decyzyjności systemom RPA jest efektywne ekonomicznie. Z jednej strony firma jest w stanie obsłużyć większą liczbę klientów, realizować personalizowane rekomendacje czy nadzorować pracę linii produkcyjnej. Z drugiej strony otwiera to furtkę dla potencjalnych ataków, których celem może być zatrzymanie procesu lub jego niepoprawne działanie. Atak może się odbywać przez dostarczenie do systemu określonych „wadliwych” danych. Takie dane, rozpoznane przez system AI, mogą spowodować określone działania systemu: zatrzymanie linii produkcyjnej, błędne decyzje zakupowe czy niepoprawne decyzje dotyczące oceny zdolności kredytowej.

Proces budowy modeli opartych na uczeniu maszynowym opiera się na poszukiwaniu powiązań i regularności w danych. Nauka modelu odbywa się na bazie dostarczonych danych, tzw. danych uczących. Algorytm uczący jest trenowany na zbiorze uczącym, który zawiera informacje o wyniku predykcji. Zakłada się, że po nauczaniu modelu można go wykorzystać do predykcji wyników także dla innych przypadków. Model, nie mając dostępu do innych danych, posługuje się zatem uogólnieniami i regułami wyuczonymi z danych uczących. To ważna cecha, która powoduje, że model jest możliwy do zastosowania na danych, które nie są znane wcześniej. Zachowanie poziomu ogólności wynika z zagrożenia tzw. przeuczeniem modelu. Przeuczony model charakteryzuje się wysoką szczegółowością odnalezionych reguł. Szczegółowe reguły doskonale

odzwierciedlają stan zbioru danych uczących, jednak w przypadku jakichkolwiek innych danych okazują się one zbyt wyspecjalizowane. Model nie ma zdolności do klasyfikowania przypadków nieco innych, bo jego reguły są zbyt precyzyjne (Provost i Fawcett, 2013).

Podatność systemów AI na ataki (lub działania niezamierzone) wynika z faktu, że systemy te relatywnie słabo radzą sobie z adaptacją do nowych warunków (do nowych danych) oraz z sytuacjami wyjątkowymi. Jeśli dane wejściowe dla robota programowego będą istotnie różne od tych, które robot już zna (od danych uczących), jego zachowanie może nie być deterministyczne. Dodatkowym ograniczeniem jest fakt, że systemy odbierają informacje za pomocą innych niż człowiek zmysłów. Dlatego możliwe jest, że klasyfikowany obiekt (zdjęcie, dźwięk czy cechy klienta) jest błędnie oceniany przez model, podczas gdy człowiek nie miałby problemu z poprawną oceną. Te cechy robotów programowych (a także algorytmów i systemów AI w ogóle) stanowią o ich podatności na ataki spowodowane wygenerowanymi sztucznie danymi.

3. Ryzyko operacyjne w procesach biznesowych

Automatyzacja podejmowania decyzji generuje ryzyko, że w przypadku awarii systemu podejmie on błędną decyzję lub w ogóle zatrzyma się. Jest to szczególnie obserwowalne w przypadku pojawienia się sytuacji (danych), które odbiegają od normy. Jeśli robot programowy napotka sytuację nieprzewidzianą, która nie została uwzględniona przy jego projektowaniu, to może on zachować się dwójako. Po pierwsze, może zgłosić anomalię do administratora lub innego systemu – jest to możliwe tylko wówczas, gdy projektant robota zaimplementował taką funkcję. W przeciwnym wypadku robot będzie działał nadal, ale jego zachowanie będzie nieadekwatne do sytuacji (Sobczak, 2020 a). Owo niedeterministyczne zachowanie może prowadzić do zatrzymania procesu biznesowego (np. jeśli robot chatbot ulegnie awarii, obsługa klientów tym kanałem staje się niemożliwa) lub do jego wadliwego funkcjonowania, np. dane wprowadzane przez

roboty programowe do systemu są niepoprawne. W przypadku robotów wspieranych sztuczną inteligencją awaria może także prowadzić do zatrzymania działania systemu lub do jego błędnego działania, jednak w przypadku tych systemów skutki tej awarii mogą być dalece szersze, przykładowo: błędnie przydzielane kredyty, błędne decyzje zakupowe, błędne rekomendacje produktów klientom.

3.1. Problematyka ryzyka

Istotne jest zatem, aby robotyzowane i automatyzowane procesy biznesowe monitorować oraz by zarządzać ryzykiem utraty ciągłości ich funkcjonowania. Intuicyjnie wydaje się, że ryzyko awarii systemu opartego na RPA jest niższe niż ryzyko pomyłki w przypadku, gdy te działania byłyby realizowane ręcznie. Biorąc pod uwagę możliwość popełnienia błędu, można przyjąć, że tak jest w rzeczywistości: maszyny oczywiście mogą się „mylić” (zadziałać niepoprawnie), ale prawdopodobieństwo tego jest znikome – zwłaszcza dla czynności o dobrze znanej strukturze. Każde ryzyko sklasyfikować można nie tylko względem prawdopodobieństwa wystąpienia, lecz także wpływu, jaki zmaterializowane ryzyko będzie miało. Ten drugi wymiar klasyfikacji ryzyka wypada już nieco mniej optymistycznie dla robotów RPA: ze względu na wysoką automatyzację roboty programowe wykonują zadania o wysokim poziomie istotności lub wykonują ich tak dużo, że sama ilość sprawia, iż są istotne. Z tej perspektywy awaria robota, choć mało prawdopodobna, może mieć wagę krytyczną dla procesu biznesowego lub całej organizacji.

Istotne jest także rozróżnienie pomiędzy ryzykiem a niepewnością. Ryzyko określa zdarzenia mające określoną strukturę oraz określone prawdopodobieństwo wystąpienia. Znając skutki ryzyka, prawdopodobieństwo jego wystąpienia oraz jego strukturę, można podjąć działania, które będą przeciwdziałać temu ryzyku. Możliwości są trzy i wynikają ze struktury ryzyka:

- można ograniczać prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia;
- można ograniczać skutki wystąpienia zdarzenia, kiedy już wystąpi;

- można wpływać na zakres zdarzenia, aby go modyfikować.

W przypadku niepewności wskazane wcześniej możliwości mitygacji nie są dostępne. Niepewność jest zdarzeniem kompletnie nieznanym, dla którego nie jest możliwe określenie stanów ani prawdopodobieństw zajścia. Nie istnieje zatem strukturalny sposób na redukcję niepewności (Bielecki, 2001). Wskazuje się na elementy, takie jak informacja, która redukuje niepewność (Kozłowski, 2004) czy kapitał intelektualny (Kwiatkowski, 2000), który pozwala lepiej radzić sobie ze skutkami ryzyka.

3.2. Zarządzanie ryzykiem

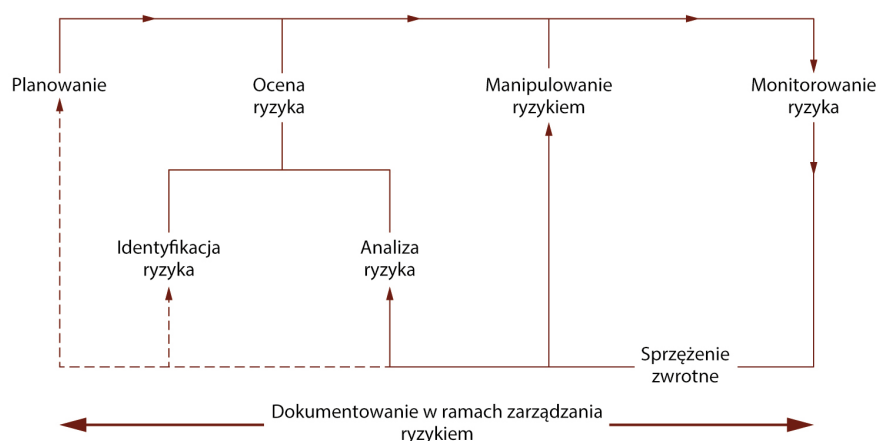
Zarządzanie ryzykiem to systematyczny proces służący do zidentyfikowania, oceny i kontrolowania ryzyka. Dodatkowo w wielu obszarach funkcjonowania organizacji wymóg posiadania strukturalnych metod kontroli ryzyka nie tylko wynika już z decyzji kierownictwa, lecz także stanowi standard (Tupa i in., 2017). Przykładowo zgodnie z międzynarodową normą ISO 31000:2009 zarządzanie ryzykiem można zdefiniować jako skoordynowane działania dotyczące kierowania i nadzoru organizacją w odniesieniu do ryzyka (Niesen i in., 2016). Warunkiem skutecznego zarządzania ryzykiem jest zastosowanie ujęcia procesowego, czyli określenie zasad postępowania z sytuacjami ryzykownymi, a także zakresu integracji zarządzania ryzykiem z procesami biznesowymi (Conrow, 2000;

Zawiła-Niedźwiecki, 2013). Jest to konieczne, ponieważ ryzyka materializują się właśnie w procesach biznesowych. Także z perspektywy procesu biznesowego możliwa jest ocena wpływu ryzyka.

Strukturalne podejście do ryzyka wymaga uporządkowanych, nazwanych i mierzalnych działań – modeli zarządzania ryzykiem. Za podstawowe elementy zarządzania ryzykiem uznaje się (Sadgrove, 2015): identyfikację ryzyka, jego ocenę, monitorowanie, ustalanie zasad działania, wdrożenie tych zasad oraz testowanie ich skuteczności. Z kolei organizacja COSO (*Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*) definiuje następujące obszary związane z zarządzaniem ryzykiem (Zawiła-Niedźwiecki, 2013):

1. Identyfikacja środowiska organizacji.
2. Określenie celów zarządzania ryzykiem.
3. Określenie wewnętrznych i zewnętrznych ryzyk.
4. Ocena i analiza ryzyka.
5. Działania w odpowiedzi na ryzyko.
6. Polityka kontroli i procedury weryfikacji.
7. Zakres i forma komunikacji ryzyk.
8. Monitorowanie i ocena działań związanych z zarządzaniem ryzykiem.

Natomiast Conrow (2000) określa model zarządzania ryzykiem obejmujący podobne elementy i aktywności, nadając im formę procesu, w którym mogą zachodzić pętle sprzężeń zwrotnych (rys. 2).



Rys. 2. Funkcjonalny model zarządzania ryzykiem

Zródło: Conrow, E. (2000). *Effective Risk Management: Some Keys to Success*. American Institute of Aeronautics and Astronautics

Tabela 1. Ryzyka związane z uczeniem maszynowym – względem autonomii

Autonomia	Przykład robota	Poufność	Integralność	Dostępność
Niska	Chatbot obsługujący klienta na stronie WWW	Zasady uczenia modelu dostępne dla osób niepowołanych	Chatbot rekomenduje niewłaściwe rozwiązania problemów	Chatbot nie reaguje poprawnie na zapytania klientów
Średnia	Analiza zdjęć pojazdów (likwidacja szkód ubezpieczeniowych)	Dostęp do zdjęć, które posłużyły do uczenia modelu	Model klasyfikuje błędnie niektóre zdjęcia	Model nie klasyfikuje zdjęć
Wysoka	System weryfikujący poprawność transakcji online (identyfikacja nadużyć)	Dostęp do zmiennych, które model bierze pod uwagę	Model błędnie klasyfikuje wybrane transakcje (nadużycia klasyfikowane są jako poprawne transakcje)	Model nie klasyfikuje transakcji

Klasyczny model zarządzania ryzykiem określa zależność między zarządzaniem ryzykiem a zarządzaniem ciągłością. Jest on często określany jako triada: ryzyko – bezpieczeństwo – ciągłość działania. Model ten obejmuje realizację trzech kluczowych funkcji (Zawiła-Niedźwiecki, 2013):

- analiza – aby ryzyko poprawnie zidentyfikować i nazwać;
- prewencja – aby minimalizować prawdopodobieństwo jego wystąpienia;
- terapia – aby zredukować skutki ryzyka (gdy już się zmaterializuje).

Funkcje te wskazują na trzy możliwości zarządzania ryzykiem. Każda funkcja modelu obejmuje określone działania, które powinny być realizowane w procesach biznesowych.

3.3. Ryzyko w RPA działających z wykorzystaniem systemów uczących się

Rozpatrując proces zarządzania ryzykiem dla zrobotyzowanych procesów biznesowych, zwłaszcza tych, które zrobotyzowane są za pomocą AI, można stwierdzić, że im więcej autonomii udzielone jest systemom RPA w procesie biznesowym, tym większy jest wpływ ryzyka na funkcjonowanie tego procesu i/lub całej firmy. Na jeszcze większy wpływ ryzyka narażone są firmy, które opierają na automatyzacji całe modele biznesowe (a nie tylko wybrane procesy). Szczególnie takie innowacje, jak Internet Rzeczy (ang. *Internet of Things*) czy *big data* otworzyły możliwości dla nowych modeli biznesowych, opartych

na danych (Minelli, 2013). Modele te są szczególnie narażone na niepoprawne działanie spowodowane faktem, że do systemu decyzyjnego trafiły „złe” dane.

Przez ostatnie lata nie było potrzeby adresowania tego zagadnienia, ponieważ istotność i krytyczność AI w procesach była relatywnie niska (a co za tym idzie, ryzyko awarii takiego systemu miało mały wpływ). Dopiero relatywnie niedawno to zagadnienie zyskało na znaczeniu, gdyż systemy AI są wykorzystywane coraz szerszej i mają coraz większą autonomię działania. W tych uwarunkowaniach pojawia się konieczność zaadresowania nowych kategorii ryzyk, zagrażających organizacjom w takich obszarach, jak sztuczna inteligencja, *big data* czy robotyzacja procesów (Niesen i in., 2016).

W tej sytuacji pojawiają się zagrożenia związane z zatrzymaniem pracy modeli, ich niepoprawnym działaniem lub ich niedeterministycznym działaniem (gdy niemożliwe jest określenie powodów wskazania przez model danego wyniku). Te zagrożenia wpisują się w model zarządzania bezpieczeństwem informacji (tabela 1). Model triady bezpieczeństwa obejmuje (Andress, 2011):

- Poufność – dotyczy zapewnienia bezpieczeństwa poszczególnych elementów modelu (zbiór uczący i testujący, zmienne, parametry modelu itp.). Dostęp do każdego z elementów modelu powoduje ryzyko ich wykorzystania, aby model oszukać.
- Integralność – dotyczy głównie monitorowania i zapewnienia

powtarzalności wyników dla określonego modelu lub określonych reguł. Jednym z narzędzi zapewnienia integralności są miary jakości modelu (macierz pomyłek, pole pod krzywą ROC, dokładność itp.).

- Dostępność – dotyczy zapewnienia ciągłości funkcjonowania modelu. Niedostępność systemu może skutkować zablokowaniem procesu biznesowego.

Triada Poufność – Integralność – Dostępność jest szczególnie istotna, ponieważ klasyczne podejścia do zarządzania ryzykiem koncentrują się na ciągłości procesów, dzięki którym konkretny model biznesowy jest realizowany; rzadziej obejmują cały model biznesowy. Kompletny model podejścia do zarządzania ryzykiem powinien być zatem złożony z dwóch części: (1) utrzymania ciągłości modelu biznesowego firmy oraz (2) oceny i modyfikacji modelu biznesowego (Niemimaa i in., 2019). ■

1. Przykładowy system rekomendacyjny firmy Amazon oferowany jako usługa: <https://aws.amazon.com/personalize/>

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

Fragment pochodzi z książki:
Hakowanie sztucznej inteligencji,
Jerzy Surma (redakcja naukowa)
Wydawnictwo Naukowe PWN,
Warszawa 2020

Bezpieczeństwo aplikacji robotów z wykorzystaniem ROS

David Portugal, Miguel A. Santos, Samuel Pereira, Micael S. Couceiro

Wprowadzenie

Roboty stają się częścią naszego codziennego życia w społeczeństwie. Oprócz szerokiego zastosowania w przemyśle, obecnie roboty odgrywają ważną rolę w zastosowaniach domowych, medycznych, kosmicznych i wojskowych. Ostatnie badania zaprezentowały znaczące innowacje również w innych dziedzinach, takich jak robotyka społeczna, robotyka polowa czy inteligentne pojazdy. Powszechne zastosowanie robotów w tych dziedzinach zostało znacznie przyspieszone ze względu na ostatnie postępy w dziedzinie kontroli, sztucznej inteligencji (SI), podejmowania decyzji, uczenia się robotów, lokalizowania i mapowania, planowania ruchu, wizji komputerowej, rozwoju czujników i innych istotnych dziedzin [1].

Oczywiście wraz z rosnącą liczbą robotów w naszym społeczeństwie rodzi się obawa o bezpieczeństwo. Jest to jednak często pomijany problem w systemach robotycznych, ponieważ nacisk kładziony jest na funkcjonalność i innowacje robotów. Nieautoryzowany dostęp do robota lub sieci używanej przez roboty może poważnie zagrozić systemowi, potencjalnie prowadząc do niedopuszczalnych konsekwencji, takich jak narażenie ludzi, którzy dzielą środowisko z robotem lub robotami [2].

Potencjalne zalety robotyki są jasne i szeroko udokumentowane. Wprowadzają jednak nowe obawy dotyczące bezpieczeństwa i prywatności. Systemy zrobotyzowane są budowane na tradycyjnych platformach komputerowych, połączonych z silownikami oraz innymi czujnikami i sprzętem, takim jak kamery. W momencie gdy systemy takie zostają połączone w sieć i łączą się z Internetem, stają się nie tylko narażone na te same cyberataki co tradycyjne systemy komputerowe, ale także ujawniają zupełnie

nowy zestaw problemów bezpieczeństwa związanych z obawami o prywatność w przypadku zhakowania lub, co gorsza, ze spowodowaniem krzywdy fizycznej.

Masowe wykorzystanie robotów prawdopodobnie zwiększy możliwości takich ataków. Jest to szczególnie problematyczne w obronie, medycynie i innych krytycznych dziedzinach dotyczących ludzi [2]. Jednakże uwzględnienie zagrożeń dla bezpieczeństwa i prywatności najwyraźniej nie było priorytetem dla twórców robotów wywodzących się zarówno ze środowisk akademickich, jak i z przemysłu. Wraz z tym nowym typem zagrożenia, wprowadzonym przez roboty mające dostęp do sieci, obecny moment jest idealny na dokładne przyjrzenie się obecnym praktykom bezpieczeństwa, zanim roboty z poważnymi wadami staną się wszechobecne [3].

Komisja Europejska (KE) na bieżąco śledzi kwestie prawne i etyczne związane z nowymi technologiami i niedawno zaproponowała szereg zaleceń w sprawie przepisów prawa cywilnego dotyczącego robotyki i SI [4]. W trosce o bezpieczeństwo i prywatność KE opracowała kodeks etycznego postępowania dla badaczy i twórców technologii robotycznych. Kodeks jest dobrowolny i służy jako wytyczne dla osób zaangażowanych w rozwój i wykorzystanie robotyki i technologii SI w celu zapewnienia zgodności z ustalonymi standardami. Zaproponowano także utworzenie europejskiej agencji robotyki i SI, której głównym celem byłoby dostarczanie władzom publicznym informacji dotyczących kwestii technicznych, etycznych oraz regulacyjnych w tych dziedzinach.

Pomimo ostatnich postępów w finansowanych przez KE projektach z zakresu badań i rozwoju robotyki często pomija się kwestie bezpieczeństwa i prywatności.

Jest to również powszechna praktyka w badaniach dotyczących robotyki, a nawet w dostępnych komercyjnych rozwiązaniach robotycznych (porównaj część „Kontekst”). Z tego powodu tworzenie bezpiecznych aplikacji robotów w środowiskach programowania ogólnego przeznaczenia jest konieczne. Jest to jeden z motywów trwającego projektu STOP R&D¹, którego celem jest wdrożenie komercyjnego systemu bezpieczeństwa rozproszonych i współpracujących robotów do roku 2020. Pomimo ukierunkowanej przełomowej aplikacji w świecie rzeczywistym zespół składający się z podmiotów publicznych i prywatnych zajmuje się znalezieniem rozwiązania typowych błędów popełnianych podczas projektowania złożonych systemów, takich jak rozwiązania wykorzystujące dużą liczbę robotów [5].

W ostatnich dziesięcioleciach opracowano wiele różnych struktur robotów, jednak bez wątplenia najbardziej popularnym jest *Robot Operating System (ROS)*² [6]. Szereg funkcjonalności tego systemu doprowadziło do wprowadzenia ROS na całym świecie, które stało się niemal standardowym oprogramowaniem pośredniczącym, tak wyczekiwany przez społeczność zajmującą się rozwojem robotów. A zatem kilka robotów od dostawców i instytutów badawczych obsługuje ROS. W większości przypadków korzystanie z robotów podłączonych do Internetu pozostaje ograniczone tylko do laboratoriów badawczych, jednak ich szersze zastosowanie w przyszłości wydaje się nieuniknione [7]. W tym rozdziale omówiono zagadnienie bezpieczeństwa związane z aplikacją robotów, które wykorzystują ROS. Opierając się na wnioskach wyciągniętych z projektu STOP, dokonano przeglądu i omówiono kilka inicjatyw mających na celu

zabezpieczenie ROS, a także ogólne środki bezpieczeństwa, które należy wdrożyć, aby uniknąć groźnych dla prywatności i bezpieczeństwa konsekwencji.

W kolejnej części tego rozdziału omówiono przełomowe prace dotyczące promowania bezpieczeństwa i prywatności w robotyce, natomiast w części „Obawy dotyczące bezpieczeństwa ROS” zidentyfikowano znane problemy z zakresu bezpieczeństwa ROS. Następnie, w części „Koncepcje dotyczące zabezpieczania aplikacji robotów bazujących na ROS”, przedstawiono i omówiono kilka ostatnich koncepcji, które podnoszą poziom bezpieczeństwa aplikacji ROS. Dodatkowo opisano ogólne badania i zalecenia mające na celu ochronę danych w projektach robotycznych, a na koniec rozdziału przedstawiono wnioski i perspektywy przyszłych prac.

Kontekst

Dyskusja na temat bezpieczeństwa i ochrony robotów sięga „Trzech zasad robotyki” Asimova z 1950 roku [8], które stwierdzają, że:

1. Robot nie może zranić człowieka ani w wyniku beczynności pozwolić, by człowiekowi stała się krzywda.
2. Robot musi być posłuszny rozkazom wydawanym przez ludzi z wyjątkiem przypadków, gdy takie rozkazy byłyby sprzeczne z pierwszym prawem.
3. Robot musi chronić swoje istnienie, o ile taka ochrona nie jest sprzeczna z pierwszym lub drugim prawem.

Jednak wraz z postępem w robotyce naukowcy wykazali, że same te prawa nie są wystarczające do zarządzania zachowaniem robota [3].

Termin *Cryptobotics* został zaproponowany przez Morante'a i innych [2] jako jednolity termin na badania i zastosowania środków bezpieczeństwa komputerów i mikrokontrolerów w robotyce. W swojej pracy autorzy podkreślają potrzebę implementacji szyfrowanej komunikacji i analizowania wpływu szyfrowania na wydajność w czasie rzeczywistym, podnosząc w ten sposób świadomość programistów na temat opłacalności integrowania tych mechanizmów w zależności od konkretnego przypadku. Finnicum i King [9] scharakteryzowali kluczowe czynniki

poprawiające bezpieczeństwo i prywatność w aplikacjach robotów, takie jak identyfikacja użytkownika, prawidłowe ujawnianie uprawnień aplikacji i kontrola nad własną prywatnością. Ponadto autorzy zaproponowali warstwową architekturę oprogramowania opartą na jądrze bezpieczeństwa dla aplikacji robotów. Co więcej, Adi [10] skoncentrował się na wymaganiach bezpieczeństwa w zakresie projektowania technologii identyfikacji robotów na zasadzie analogii do ludzkiego społeczeństwa, umożliwiając w ten sposób bezpieczne transakcje między robotami o unikatowej, weryfikowalnej tożsamości.

W pracy [11] opisano ulepszenie bezpieczeństwa *Interoperable Telesurgery Protocol* (ITP). Odnosi się to do czterech kluczowych aspektów bezpieczeństwa: komunikacji, uwierzytelniania, autoryzacji oraz opracowywania i egzekwowania polityki bezpieczeństwa, opartych na opublikowanych standardach dotyczących rygorystycznych wymagań robotyki telechirurgicznej. Pomimo zapewnienia prywatności i integralności informacji w poszczególnych kanałach komunikacyjnych komunikacja pomiędzy telechirurgiczną jednostką *master* i jednostką *slave* wymaga bardzo solidnego, redundantnego i bezpiecznego łącza komunikacyjnego. Autorzy twierdzą, że protokół spełniający te wymagania wciąż nie istnieje.

Z drugiej strony Yong i inni [12] zidentyfikowali zagrożenia dla rodzin z dziećmi podczas korzystania z robotów-zabawek sterowanych bezprzewodowo i zaproponowali rozwiązania różnego poziomu zmniejszające ryzyko firmom zabawkarskim oraz konsumentom. Należą do nich: (I) strategie ochrony VoIP (kontrola rodzicielska i anonimowość), (II) bezpieczne połączenia zdalnego sterowania (szyfrowanie i uwierzytelnianie), (III) połączenia bezprzewodowe (funkcje bezpieczeństwa domowej sieci Wi-Fi), (IV) strategie kontroli rodzicielskiej wbudowane w komercyjne zabawki-roboty, (V) strategie ochrony kamer (efekty dźwiękowe, uwierzytelnianie), (VI) wspólna perspektywa ryzyka (odpowiedzialność rządu i przedsiębiorstwa zabawkarskiego, wymagane są prawne zobowiązania w celu ochrony



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 Złącz 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

bezpieczeństwa konsumentów), (VII) ogólne strategie ochrony (silne hasła, wymagana wstępna konfiguracja połączenia przewodowego, unikanie trybu *ad hoc*, używanie zaktualizowanego firmware'u, unikanie domyślnych portów itp.).

Istnieją również obawy związane z bezpieczeństwem sieci wieloagentowych. Na przykład Caiti i inni [13] opisali metodologię bezpiecznej współpracy w sieci autonomicznych mobilnych podwodnych czujników połączonych siecią akustyczną. Zaproponowany algorytm jest z natury niezawodny: wraz z utratą komunikacji pomiędzy pojazdami stopień pokrycia, czyli cel misji, ulega pogorszeniu, ale nie zostaje utracony. Proponowana forma wdzięcznej degradacji stanowi środek reakcji przeciwko atakowi *Denial of Service* (DoS). Aby zapewnić wiarygodność dostępnych informacji, zaprojektowano pakiet bezpieczeństwa oparty na paradygmacie komunikacji grupowej, w celu zminimalizowania wymiany informacji pomiędzy pojazdami i zmniejszenia narzutu związanego z komunikacją pod względem liczby i rozmiaru wiadomości. Autorzy przedstawili dwie główne usługi bezpieczeństwa danych: *Secure Dispatching Service* (SDS) i *Key Management Service* (KMS). SDS dotyczy ochrony poufności i autentyczności wiadomości przez ich szyfrowanie i deszyfrowanie, a także generowania i weryfikacji dowodów ich autentyczności. KMS jest związany z cofaniem bieżącego klucza i dystrybucją nowego klucza, okresowo lub w momencie wyjazdu pojazdu.

Co więcej, wyzwania bezpieczeństwa w robotyce roju zostały zidentyfikowane w pracy [14]. Obejmują one: (I) ograniczenia zasobów w zakresie przechowywania, przepustowości komunikacji, ograniczenia obliczeniowe i co najważniejsze ograniczenia energii ze względu na małe rozmiary urządzeń, (II) fizyczne przechwytywanie i manipulowanie robotami, które mogą wpływać na zachowanie roju, (III) trudną kontrolę podejścia do roju z powodu braku hierarchicznych punktów kontroli i nieodłącznego rozproszonego podejmowania decyzji, (IV) stosowanie różnego rodzaju jawnej i dorozumianej komunikacji, która może być zagłuszana, przechwytywana lub

w inny sposób zakłócana, (V) mobilność fizyczną, która ma wpływ na uwierzytelnianie jednostki i dodatkowe kwestie bezpieczeństwa, (VI) tożsamość w roju w celu zagwarantowania i potwierdzenia pochodzenia danych, legalnej komunikacji, poufności, integralności i dostępności, (VII) zarządzanie kluczami kryptograficznymi ze względu na dynamiczny i interaktywny charakter roju, (VIII) wykrywanie wtargnięcia ze względu na autonomiczny charakter robotów i zbiorowe zachowanie w sytuacjach awaryjnych, (IX) zarządzanie uczeniem się przez adaptację ze względu na wprowadzanie zmian przez złośliwe jednostki powodujące niepożądane dostosowywanie robotów. Wyzwania zidentyfikowane przez autorów, pomimo że dotyczące robotyki roju, przenoszą się do większości rozproszonych sieci wieloagentowych. Z tego powodu wczesne zajęcie się takimi problemami mogłoby zapobiec niepożądanym konsekwencjom dla wielu zastosowań tego typu technologii.

W innym kontekście w pracy [15] przedstawiono informacje o licznych lukach, z którymi borykają się użytkownicy inteligentnych urządzeń gospodarstwa domowego, pokazując tym samym, w jaki sposób narzędzia do monitorowania sieci i regularne techniki ataku DDoS mogą być łatwo wykorzystane do ataku na sieć Internetu Rzeczy (IoT, ang. *Internet of Things*), z zamiarem osiągnięcia nielegalnych celów. Dotychczas wdrożono obiecujące anonimowe podejście do komunikacji oparte na TOR³, tak aby pomóc użytkownikom inteligentnego domu chronić ich prywatność i zwiększyć bezpieczeństwo systemu inteligentnego sprzętu gospodarstwa domowego przed cyberatakami. Wyniki sugerują, że jest to odpowiednie podejście do rozwiązywania ostatnich problemów bezpieczeństwa związanych z inteligentnymi urządzeniami domowymi, które zostały oparte na TCP.

W literaturze przedstawiono także kilka prac identyfikujących luki w architekturze robotów. Naukowcy z University of Washington wykazali możliwość złośliwego sterowania szeroką gamą funkcji robota Raven II wykorzystywanego do zdalnego przeprowadzania operacji chirurgicznych, całkowicie ignorując lub

zastępując polecenia wydawane przez chirurga. Odkryli również, że do wykonywania ataków może być także wykorzystywany mechanizm zatrzymania awaryjnego [16]. W podobnym badaniu zhakowano quadkopter AR.Drone 2.0, odsłaniając oczywiste luki w zabezpieczeniach [17]. Przedstawiono kilka scenariuszy ataku pokazujących, w jaki sposób złośliwy atakujący może uzyskać pełną kontrolę nad quadkopterem. Inne badania wskazały dodatkowe, komercyjnie dostępne platformy, w których występowały krytyczne problemy z cyberbezpieczeństwem [3, 7]. Oprócz zaproponowania w swoich pracach kilku środków zaradczych, wszyscy autorzy stwierdzili, że większości tych ataków można łatwo zapobiec, stosując dobrze ugruntowane i łatwo dostępne mechanizmy bezpieczeństwa, w tym szyfrowanie i uwierzytelnianie.

Wszystkie omówione wyzwania i luki w zabezpieczeniach są przesłankami do tego, że obecni i przyszli właściciele robotów muszą stanąć wobec istotnych wyzwań związanych z bezpieczeństwem, które są bezpośrednią konsekwencją tego, że producenci priorytetowo traktują czas wprowadzenia produktu na rynek, a badacze przyznają większy priorytet funkcjonalności i innowacji niż wdrożeniu i testowaniu bezpieczeństwa. Metodologie projektowania wrażliwego na wartości (VSD, ang. *Value-sensitive design*) [18], które uwzględniają kluczowe wartości ludzkie, są odpowiednim przykładem metod, które dostawcy i badacze powinni uwzględnić na etapie projektowania systemów robotyki i systemów sieciowych.

Warto jednak zauważyć, że pomimo ogólnego braku koncentracji na cyberbezpieczeństwie robotów, robot teleobecności BeamPro jest godnym uwagi wyjątkiem [2]. BeamPro korzysta z bezpiecznych protokołów szyfrowania symetrycznego i uwierzytelniania danych. Niemniej jednak, pomimo istnienia sterowników ROS dla BeamPro, technologia ta jest zastrzeżona, a jej replikacja jest ograniczona do innych produktów sprzedawanych przez tę samą firmę. W tym rozdziale skupiono się na standardzie *de facto* w robotyce i ROS, z zamiarem znacznej poprawy

wydajności i bezpieczeństwa w tworzeniu oprogramowania dla robotów nie tylko w badaniach, ale także w przypadku start-up'ów związanych z robotami i większych firm branży robotycznej.

Obawy dotyczące bezpieczeństwa ROS

ROS jest bardzo popularnym oprogramowaniem pośredniczącym dla robotyki, którego głównymi zastosowaniami są abstrakcja sprzętu, kontrola urządzeń na niskim poziomie, wdrażanie często używanych funkcjonalności, przekazywanie komunikatów pomiędzy procesami i zarządzanie pakietami [6]. ROS promuje ponowne użycie kodu na innym sprzęcie, zapewniając dużą liczbę dostępnych dla społeczności bibliotek, takich jak laserowe SLAM [19], rozpoznawanie obiektów na podstawie chmury punktów 3D [20], a także narzędzia do wizualizacji, nagrywania eksperymentów i wiele innych. ROS został oparty na systemie publikowania – subskrybowania i przekazywania wiadomości, które wykorzystuje protokół XML-RPC (ang. *Remote Procedure Call*). Umożliwia to rodzimym klientom z wielu platform i języków wysyłanie i odbieranie danych w trybie *peer-to-peer*.

Pomimo wyraźnych zalet integracji robotów w ROS nie istnieje żadna domyślna funkcja zapewnienia bezpieczeństwa, co czyni roboty podatnymi

na złośliwe ataki. Jest to w rzeczywistości jeden z powodów, dla których ROS jest preferowany w badaniach i nie został jeszcze w pełni wprowadzony do zastosowań przemysłowych. W tej części przeanalizowano znane problemy bezpieczeństwa związane z ROS.

Komunikacja między węzłami w ROS wykorzystuje *czysty tekst* przesyłany przez TCP/IP i UDP/IP. ROS jest odpowiedzialny tylko za sprawdzenie sumy MD5 struktury wiadomości, tak aby zagwarantować, że strony uzgodnią układ wiadomości. Nieszyfrowany tekst ma zalety związane z łatwością użycia, debugowania i wydajnością. Pozwala to jednak nieautoryzowanemu odbiorcy łatwo przechwycić i zinterpretować formę wiadomości, zebrać informacje i przesłać fałszywe wiadomości do systemu [21].

Modułowość ROS została wysoko oceniona w społeczności. Ma to jednak również wady, takie jak *ujawnienie portów TCP*, które nie zapewniają uwierzytelnienia. Korzystanie z niezabezpieczonych i niechronionych portów TCP oraz *brak mechanizmów uwierzytelniania* może stwarzać możliwości dla złośliwych nadawców wiadomości, którzy mogą manipulować systemem, wstrzykiwać wiadomości (*person-in-the-middle*) i zastępować istniejących nadawców i odbiorców, kierując w ten sposób zewnętrzne pakiety w kierunku portów ROS.

Ponadto ROS ma anonimową semantykę publikowania i subskrybowania. Z tego powodu ogólne węzły nie są świadome tego, z kim się komunikują [2]. System wykorzystuje *słabe schematy autoryzacji* bez weryfikacji nadawcy, bez sprawdzania integralności i autentyczności danych oraz bez definicji poziomów dostępu. Niektórzy zdalni klienci nie powinni mieć dostępu do całego systemu ROS, ponieważ umożliwia to użytkownikom wysyłanie bezpośrednich poleceń do robotów, które w ten sposób mogą omijać progi bezpieczeństwa. Ze względu na to, że ROS nie zapewnia pomiaru rozdzielczości konfliktu, różne węzły mogą jednocześnie wstrzykiwać szybkie polecenia do bazy mobilnej, sterować siłownikiem, manipulatorem i tak dalej.

Jeśli chodzi o komunikację, ROS *wymaga dwukierunkowej sieci* pomiędzy wszystkimi komputerami. Z tego powodu ustawienia zapory w używanych węzłach muszą być mniej surowe, stwarzając dodatkowe zagrożenie bezpieczeństwa i powodując dodatkowe obciążenie sieci związane z wymaganiami obliczeniowymi i opóźnieniami.

ROS również nie wspiera *jakości usług* (QoS). Każdy węzeł odpowiada za zarządzanie własną komunikacją, podobne komunikaty nie są kompaktowane ani nie podejmuje się żadnych wysiłków w celu ograniczenia komunikacji

reklama



Łukasiewicz

Instytut Napędów i Maszyn
Elektrycznych KOMEL

Łukasiewicz – KOMEL oferuje:

- / stanowiska badawcze maszyn elektrycznych
- / stanowiska dydaktyczne z maszynami elektrycznymi dla szkół i uczelni wyższych
- / stanowiska dydaktyczne z elementami OZE



sieciowej. Wiadomości tego samego typu mogłyby zostać potencjalnie skompresowane, ponieważ duża ilość komunikacji utrudnia tworzenie rozwiązań w przypadkach, gdy czas ma krytyczne znaczenie.

Nie przeprowadzono żadnych badań dotyczących wydajności ROS z dużą liczbą węzłów. Jednak, ze względu na scentralizowanie w węzle głównym ROS, usługa nazewnictwa ROS prowadzi do problemów ze skalowalnością [22], ponieważ nie została zaprojektowana do obsługi dużej liczby żądań. Efektem tego jest powstanie specyficznego wąskiego gardła, ponieważ system nie jest w stanie wygenerować odpowiedzi w rozsądnym czasie, stając się tym samym narażonym na ataki DoS. Ponadto z powodu całkowitego braku zabezpieczeń nie jest jasne, czy przeprowadzono analizę w celu wyszukania innych luk w zabezpieczeniach, takich jak przepełnienie bufora lub możliwości zdalnego wykonania kodu w systemie ROS.

Według [23] dostępność kodu źródłowego ROS pozwala na dostosowanie go do podejścia opartego na wielu wzorcach, jak na przykład przedstawiono to w [24]. Dzięki tej modyfikacji ROS może obsługiwać większą liczbę urządzeń i poprawiać jego użyteczność w bardziej złożonych instalacjach inteligentnych środowisk, bezprzewodowych sieci czujników i/lub systemów z wieloma robotami. Zidentyfikowano ograniczenie każdego węzła nadrzędnego ROS do utrzymywania pełnej przestrzeni nazw w swojej pamięci oraz przedstawiono system stosowania reguł do przestrzeni nazw oraz zmniejszania zużycia pamięci i przepustowości. Ponadto autor opisał obsługę protokołu IPv6 w ROS⁴ i wykazał, że „gadatliwość” i złożoność stosowanego protokołu XML-RPC stanowi duże obciążenie dla węzłów rozproszonych w sieci. Z tego powodu rozszerzenie ROS o obsługę często używanych formatów danych, takich jak JSON lub buforów protokołów sparowane z HTTP, może zwiększyć jego zasięg.

Po uruchomieniu węzła głównego ROS otwierany jest port, do którego może się podłączyć dowolny komputer sieciowy. Z kolei maszyny te mogą następnie wysłać zapytanie do systemu głównego ROS w celu wykonania

kluczowych zadań, takich jak konfiguracja połączeń ROS TCP/UDP z innymi węzłami ROS, subskrybowanie dowolnego tematu, zamykanie dowolnego węzła w sieci itd. W rezultacie złośliwa jednostka, znajdująca się w tej samej sieci co robot z systemem ROS, najprawdopodobniej będzie miała dostęp do wszystkich danych robota i zarazem wiele możliwości ich wykorzystania, takich jak wysyłanie poleceń, blokiowanie połączeń sieciowych, dostęp do strumieni kamer wideo i do ogólnego powodowania niepożądanych wydarzeń.

Ostatnio doniesiono o ważnych badaniach mających na celu rozwiązanie problemu niektórych ograniczeń bezpieczeństwa ROS. Na przykład w [25] położono nacisk na uwierzytelnianie i autoryzację (AA) w systemach ROS l.x. Przed transmisją i odbieraniem danych jednostki systemowe muszą się uwierzytelnić przy użyciu pary login i hasło, natomiast w węzle autoryzującym następuje sprawdzenie danych uwierzytelniających, ról i związanych z nimi uprawnień. W węzle AA generowane są wszystkie klucze komunikacyjne, tak aby zagwarantować, że komunikacja jest zawsze analizowana niezależnie od tego, czy pochodzi z zaufanego źródła czy nie. W pracy [26] autor przeanalizował również luki ROS i wynikające z nich zagrożenia, które mogą być wykorzystane przez atakujących, i zaproponował standaryzację formatów dzienników bezpieczeństwa, składnię profilowania dla polityk bezpieczeństwa oraz przedstawił nowe narzędzia do introspekcji zarejestrowanych dzienników bezpieczeństwa. W pracy [27] zaproponowano strukturę weryfikacji środowiska wykonawczego dla aplikacji robotów opartych na ROS. Zapewniają one sposób ciągłej obserwacji wszystkich żądań, komunikatów i wiadomości przez dodanie narzędzia monitorującego do połączenia, przy użyciu techniki *man-in-the-middle*. Narzędzie takie służy do wykrywania potencjalnie niechcianych wiadomości, egzekwując zasady kontroli dostępu, takie jak umożliwianie tylko niektórym węzłom ROS publikowania wiadomości na określony temat. Ponadto w 2015 roku rozpoczęto opracowywanie podstawowej struktury oprogramowania

środowiska ROS 2.0, a wersja alfa przeznaczona do testów społecznościowych została już udostępniona w momencie pisania tego rozdziału. Poświęcono wiele wysiłków na rzecz zintegrowania DDS (ang. *Data Distribution Service*), standardowej specyfikacji dla komunikacji publikacja – subskrypcja w systemach czasu rzeczywistego i systemach wbudowanych, jako warstwy transportowej dla ROS 2.0. Zgodność ze specyfikacją DDS Security zapewnia uwierzytelnianie, kontrolę dostępu i szyfrowanie danych. Ponadto oczekuje się, że ROS 2.0 zapewni dodatkowe bezpieczeństwo, od razu obsługując IPv6, dzięki czemu skanowanie hosta i identyfikacja będą trudniejsze dla atakujących.

Propozycje dotyczące zabezpieczania aplikacji robotów bazujących na ROS

Spółeczność zajmująca się rozwojem robotów musi poważnie zająć się problemami związanymi z cyberbezpieczeństwem robotów. Oczekuje się, że w dziedzinie SI i robotyki pojawią się problemy bezpieczeństwa podobne do tych, które wynikały z rewolucji komputerowej w czasach boomu internetowego [2]. Oprócz ataków, z którymi obecnie zmagają się systemy komputerowe, na przykład DoS, podsłuchiwanie, fałszowanie, manipulowanie, eskalacja uprawnień, ujawnianie informacji itp., w przypadku robotów występuje dodatkowo czynnik interakcji fizycznej, zwiększający ich podatność na ataki. W związku z tym nieautoryzowany dostęp do robota może mieć katastrofalne konsekwencje, takie jak wyłączenie go, spowodowanie jego nieprawidłowego działania, uszkodzenie samego siebie, uszkodzenie otoczenia lub, co gorsza, zranienie kogoś w pobliżu.

Co więcej, eksperymenty pokazały, że w robotyce szczególnie trudne może być odróżnienie exploita cyber fizycznego od błędu sprzętowego lub programowego [21]. Z tego powodu wykrywanie złośliwych włamań może być trudne, a podczas gdy system będzie faktycznie atakowany, exploity mogą zostać zamaskowane jako proste błędy.

ROS jest wiodącym oprogramowaniem pośredniczącym w dziedzinie badań związanych z robotyką, korzysta z ogromnego wsparcia społeczności,

regularnych wydań oprogramowania, powszechnego zastosowania w środowisku akademickim i niektórych sektorach przemysłu, od małych wbudowanych urządzeń po roboty usługowe na dużą skalę. Jednak w systemie opartym na ROS atakujący może łatwo utworzyć węzeł, wysłać zapytanie do mastera o stan systemu i następnie wysłać polecenia w celu zamknięcia dowolnego węzła lub opublikować zafałszowane wiadomości na ważne tematy, na przykład błędne dane czujnika. Co więcej, węzły są jednoznacznie identyfikowane po nazwie, a nowo utworzone węzły zastępują istniejące węzły o tej samej nazwie. Z tego powodu osoba atakująca może łatwo sfałszować węzeł, tak aby opublikować fałszywe wiadomości na ważne tematy. Na przykład węzeł nawigacyjny w robocie może zostać zamknięty i zastąpiony fałszywym węzłem, który źle pokieruje robota.

Poniżej omówiono pięć różnych ostatnich propozycji, mających na celu zabezpieczenia ROS. W następnej części omówiono rezultaty przeprowadzonych eksperymentów, których zamierzeniem było potwierdzenie i porównanie wydajności każdej z tych propozycji. Skoncentrowano się głównie na kosztach komunikacji tych propozycji, porównując je z niezabezpieczonym systemem ROS.

SROS

SROS, które oznacza Zabezpieczanie ROS (ang. *Securing ROS*), zostało zaproponowane jako dodatek do ROS API oraz jako ekosystem do obsługi nowoczesnej kryptografii i środków bezpieczeństwa w celu usunięcia istniejących luk [28]. Pomimo że nadal jest on wysoce eksperymentalny i jest w trakcie intensywnego rozwoju⁵, to zdaniem autorów SROS obsługuje „natywny Transport Layer Security (TLS) dla całego transportu gniazd w ramach ROS, użycie certyfikatów x.509 zezwala na łańcuch zaufania, definiowalne globalizacje przestrzeni nazw dla ograniczeń węzłów ROS oraz dozwolone role, a także zapewnia wygodne narzędzia przestrzeni użytkownika do automatycznego generowania par kluczy dla węzłów, audytu sieci ROS oraz konstruowania/uczenia zasad kontroli dostępu”.

W SROS korzystanie z TLS pomiędzy dwiema komunikującymi się aplikacjami sprzyja uzyskaniu prywatności, uwierzytelnionej tożsamości i integralności danych. Od momentu uruchomienia SROS zapewnia niezależny od ROS serwer kluczy do generowania i dystrybucji kluczy oraz certyfikatów do węzłów ROS. Serwer kluczy upraszcza korzystanie i rozwój systemów obsługujących SROS dla użytkowników końcowych, płynnie integrując się ze SROS, generując i dystrybuując elementy infrastruktury kłucza publicznego (PKI), w tym: klucze asymetryczne, urzędy certyfikacji (CA) oraz podpisane certyfikaty, zapewniając zachowawcze domyślne konfiguracje bezpieczeństwa.

W czasie pisania tego rozdziału SROS nie obsługiwał biblioteki ROS C++ (*roscpp*), obejmując tylko węzły zakodowane w Pythonie (*rospy*). W celu uruchomienia SROS konieczne było zainstalowanie go ze źródła i wprowadzenie kilku wstępnych konfiguracji, a mianowicie pozyskanie konfiguracji SROS, uruchomienie trybu uczenia SROS, tak aby niezbędne parametry tematów/usług mogły zostać nauczone podczas sesji ładowania oraz została dokonana zmiana niektórych z konfiguracji wygenerowanych przez serwer kluczy.

Szyfrowanie ROS-AES

Ostatnie badanie [29] wykazało, że stosowanie szyfrowanej komunikacji w ROS zapewnia minimalny narzut wydajności procesora i obciążenia komunikacyjnego dla systemów bez twardej ograniczeń w czasie rzeczywistym. Opisane prace polegały na szyfrowaniu danych przesyłanych pomiędzy procesami ROS przy użyciu algorytmu 3DES przez dodawanie pary węzłów ROS do zadań szyfrowania i deszyfrowania, bez zmieniania struktury komunikatów ROS i standardowych funkcjonalności ROS związanych z wysyłaniem danych. Autorzy zakodowali węzły w Pythonie (biblioteka *rospy*) i ocenili wydajność systemu zarówno pod względem obliczeniowym, jak i komunikacyjnym.

Taktując to jako inspirację, zaproponowano bardzo podobne podejście, z dwiema głównymi różnicami projektowymi podyktowanymi kwestią wydajności: węzły szyfrowania oraz

deszyfrowania zostały zakodowane w C++ (z *roscpp*) przy użyciu biblioteki *Crypto ++*, natomiast w zaproponowanym podejściu wykorzystano Advanced Encryption Standard (AES) [30], o którym wiadomo, że jest szybszy niż 3DES. Algorytm AES to symetryczny szyfr blokowy, który konwertuje dane w postaci zwykłego tekstu do postaci niezrozumiałej, czyli tekstu zaszyfrowanego. Algorytm AES może wykorzystywać 128-, 192- i 256-bitowe klucze kryptograficzne do szyfrowania i deszyfrowania danych w blokach po 128 bitów.

Przedstawiono niezależne badanie z wykorzystaniem tej strategii szyfrowania, którą nazwano *szyfrowaniem ROS-AES*. Ze względu na to, że *szyfrowanie ROS-AES* nie zmienia podstawowych pakietów ROS, wszelkie zapytania do wzorca ROS są spełnione, gdyż działający system jest standardowym systemem ROS. Z tego powodu szyfrowanie tylko komunikacji nie jest całkowicie bezpiecznym rozwiązaniem, co zostało przedstawione w części „Wyniki i dyskusja”.

Secure ROS autorstwa SRI

Bezpieczny ROS został opracowany przez SRI International i zapewnia alternatywne wersje podstawowych pakietów ROS, które umożliwiają bezpieczną komunikację między węzłami ROS [31]. Głównym celem Secure ROS jest umożliwienie bezpiecznej komunikacji zwykłym użytkownikom ROS. W tym celu autorzy zintegrowali rozszerzenie IP z zabezpieczeniami (IPSec) w systemie ROS. IPSec jest używany w trybie transportowym, szyfrując i uwierzytelniając ładunek wymienianych wiadomości. Ponadto warstwy transportowe i aplikacyjne są zawsze zabezpieczone skrótem, tak więc nie można ich w żaden sposób modyfikować.

Użytkownik może określić autoryzowanych subskrybentów i wydawców *tematów*, ustawiających i pobierających *parametry*, a także dostawców (serwery) i żądających (klientów) *usług* w pliku konfiguracyjnym dla nadrzędnego ROS w czasie wykonywania. Z tego względu Bezpieczny ROS zezwala autoryzowanym węzłom łączyć się tylko z określonymi tematami, usługami i parametrami wymienionymi w określonym pliku konfiguracyjnym.

Biorąc pod uwagę wdrożenie, Secure ROS ma pewne podobieństwa do SROS. Proces instalacji jest jednak szybszy, ponieważ dostępne są kompilacje Debiana. Ponadto Secure ROS obsługuje zarówno *rospy*, jak i *roscpp*, można go więc łatwo skonfigurować, by był prosty i przejrzysty dla zwykłego użytkownika, który musi tylko dostarczyć wymagany plik konfiguracyjny z regułami dostępu do każdej jednostki ROS. Wadą Secure ROS jest to, że nie zapewnia formalnych środków weryfikacji gwarantujących, że pożądane właściwości są zgodne ze specyfikacjami.

Secure-ROS-transport

Dieber i inni zaproponowali architekturę bezpieczeństwa ROS do uruchomienia na poziomie aplikacji [32]. Korzystając z dedykowanego serwera uwierzytelniania, umożliwili bezpieczną komunikację pomiędzy węzłami ROS, wykorzystując metody kryptograficzne zapewniające poufność i integralność danych oraz unikające niektórych najpoważniejszych problemów związanych z bezpieczeństwem ROS. Jednakże zaproponowana architektura bezpieczeństwa przeznaczona była tylko do użycia z ROS. W związku z tym nadal występowały niektóre kluczowe luki, których nie można było rozwiązać na poziomie aplikacji, takie jak arbitralna subskrypcja danych pomimo ich szyfrowania oraz podatność na ataki DoS związana z wysoką częstotliwością publikowania fałszywych danych w tematach. W rezultacie autorzy przeprowadzili modyfikację podstawowych pakietów ROS w celu zwiększenia bezpieczeństwa ROS, tak jak opisano to w [33] i [34]. Doprowadziło to do powstania bezpiecznego kanału komunikacji, oznaczonego jako *secure-ROS-transport*, umożliwiającemu węzłom ROS autentyczną i poufną komunikację na zasadzie *peer-to-peer*. Autorzy wykorzystali TLS dla TCP i Datagram TLS (DTLS) dla UDP, aby zabezpieczyć komunikację pomiędzy węzłami i urządzeniem głównym ROS, dodając dodatkowy krok uzgadniania i wykonując szczegółową autoryzację dla poszczególnych tematów. Takie podejście zmniejsza prawdopodobieństwo ataków DoS oraz arbitralnej subskrypcji i publikacji wiadomości w tematach ROS.

Jednak, jak wskazali autorzy, nadrzędny ROS nie pozostaje bezpieczny, ponieważ ciągle przekazuje informacje o węzłach i tematach do dowolnego podmiotu, który go prosi (lista *roscpp*, lista *rostopic* itp.) i zezwala na specjalne wywołanie XMLRPC umożliwiające zewnętrzne wyłączenie dowolnego działającego węzła (*roscpp kill <node>*).

Konieczna była instalacja źródłowa *secure-ROS-transport*, ponieważ modyfikacje zostały zintegrowane z ROS. Dla użytkownika oznacza to, że nie ma potrzeby ponownej kompilacji węzłów w celu korzystania z *secure-ROS-transport*. Warto również zauważyć, że autorzy nie skupili się na obsłudze certyfikatów i zwracają uwagę na potrzebę właściwego zarządzania kluczami. Również w przypadku dostępnej wersji używana biblioteka Botan Crypto (v1.11) była już nieaktualna. Pomimo że studium przypadku zostało omówione w pracy [33], skupiając się głównie na powstałych wymaganiach wynikających z zabezpieczenia kanału komunikacyjnego, to dalszą szczegółową analizę przedstawiono w części „Wyniki i dyskusja”.

Rosauth

Prace społeczności o nazwie *rosbridge* zyskują coraz większą uwagę. Koncentrują się one głównie na rozwiązaniach w chmurze i są skierowane na połączenie pomiędzy nienatywnymi klientami z systemami ROS, takimi jak roboty z obsługą ROS [35]. Kierując się koniecznością rozważenia krytycznego problemu bezpieczeństwa w tych systemach, w pracy [36] zaproponowano mechanizm uwierzytelniania *rosbridge* pod nazwą *rosauth*, który ma na celu osiągnięcie bezpiecznego uwierzytelnienia dla zdalnych, nienatywnych klientów w szeroko używanym oprogramowaniu pośredniczącym ROS.

Rosauth wykorzystuje tokeny uwierzytelniające do weryfikacji zdalnych klientów za pomocą dowolnego zewnętrznego systemu zarządzania użytkownikami, który jest zintegrowany jako część protokołu *rosbridge*. Zainspirowane kodami uwierzytelniania wiadomości (MAC, ang. *Message Authentication Codes*) są skracane za pomocą zdefiniowanego klucza i znanego algorytmu, który umożliwia uwierzytelnianie wiadomości. Serwer

przechowuje kilka kluczy i jeśli otrzyma komunikat, to porównuje odebraną wiadomość zaszyfrowaną z wynikiem funkcji skrótu. Jeśli są one zgodne, to serwer zaakceptuje wiadomość. W przeciwnym razie będzie to oznaczało, że wiadomość pochodzi z niezauważanego źródła i zostanie zignorowana.

Protokół SSL służy do zapewnienia poufności, integralności i autentyczności poszczególnych pakietów. Używając certyfikatów wydanych przez zaufane urzędy certyfikacji, wykorzystując SSL, można zapewnić klientom zewnętrznym, że każdy system ROS, w tym zewnętrzny wystawca uwierzytelnienia, jest legalny. Opracowany schemat tokenu zabezpieczającego zapewnia, że tylko klienci, którzy zostali uwierzytelnieni przez niektóre zaufane i zewnętrzne źródła uwierzytelnienia, mają dostęp do systemu ROS. Pomimo rozwiązania problemu z uwierzytelnianiem *rosauth* nie zapewnia poziomów autoryzacji. Zatem po uwierzytelnieniu każdy zdalny klient oraz każdy natywny podmiot uruchamiający ROS w tej samej sieci mogą uzyskać dostęp do całego systemu ROS, na przykład wysyłając bez ograniczeń bezpośrednie polecenia do robotów. Z tego powodu konieczne jest przeprowadzenie dalszych prac przez twórców *rosauth* związanych z rozszerzeniem mechanizmu uwzględniającego poziomy autoryzacji.

Przypisy

- [1] <http://stop.ingeniarius.pt>.
- [2] <http://www.ros.org/>.
- [3] TOR oznacza *The Onion Router*, świątową sieć serwerów, które umożliwiają anonimowe przeglądanie Internetu.
- [4] http://wiki.ros.org/ros_comm6.
- [5] <http://wiki.ros.org/sros>.

Bibliografia dostępna pod linkiem: nis.com.pl/bibliografia.html

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

Raport Colliers dotyczący globalnych perspektyw inwestycyjnych przewiduje w roku 2021 wzrost w zakresie inwestycji globalnych o wartości do 50%

Według danych z raportu, 98% inwestorów planuje rozszerzenie swoich portfolio.

– W oparciu o przeprowadzoną przez nas analizę globalną, która daje nam wnikliwy wgląd w zainteresowania i oczekiwania inwestorów, możemy stwierdzić, że tendencje długofalowe w sektorze nieruchomości nie uległy zmianie. Uwzględniając ogromny globalny wzrost wolumenu kapitału oraz zapotrzebowanie na aktywa, inwestorzy są chętni do zainwestowania zamrożonego dotąd kapitału i wykorzystania możliwości w ciągu tego roku – powiedział Tony Horrell, dyrektor ds. globalnych rynków kapitałowych w Colliers International. – W tym roku przewidujemy wzrost krzywej ryzyka, co będzie wynikiem eksplorowania przez inwestorów wszystkich typów aktywów, począwszy od domów opieki dla seniorów, a skończywszy na projektach infrastruktury publicznej.

– Naszym zdaniem rok 2021 będzie charakteryzował się fluktuacjami na rynku inwestycyjnym z uwagi na trwające restrykcje pandemiczne, jednak spodziewamy się dalszego napływu kapitału, zwłaszcza w sektorze logistycznym i biurowym. Polski rynek nadal będzie oferował atrakcyjne stopy zwrotów w porównaniu do innych rozwiniętych gospodarek zachodnioeuropejskich, co sprawi, że Polska ponownie utrzyma pozycję lidera CEE i będzie powiększać swoją dominację w regionie – powiedział Piotr Mirowski, senior partner, dyrektor działu Doradztwa Inwestycyjnego w Colliers International.

– Jednym z ciekawszych sektorów rynku inwestycyjnego, który interesował inwestorów w 2020 roku, był segment *living*. Colliers był wyłącznym doradcą w utworzeniu *joint venture* pomiędzy spółkami Tonsa i Kajima Properties i ich wejściu w sektor PRS (*Private Rented Sector*) w Polsce. Nie były to jedyne spółki, którym doradzaliśmy w zakresie PRS, więc w tym roku możemy się spodziewać kolejnych transakcji w tym sektorze. W Polsce sektor *living* to zaledwie ok. 4–5% inwestycji, podczas gdy globalnie jest to ponad 25%. Przewiduję zatem dalszy rozwój tego segmentu na polskim rynku – komentuje Dorota Wysokińska-Kuzdra, senior partner, dyrektor działu Corporate Finance CEE w Colliers International.

Raport, oparty na opiniach blisko 300 ankietowanych, wśród których znaleźli się wiodący inwestorzy instytucjonalni, spółki

notowane na giełdzie, państwowe fundusze *equity*, fundusze typu *private equity*, fundusze rodzinne (ang. *family office*) i zewnętrznym doradcy finansowi wskazuje, że 98% inwestorów ze wszystkich regionów zamierza rozszerzyć swoje portfolio, a około 60% z nich planuje rozszerzenie działalności o ponad 10%. Ponadto 67% ankietowanych z państw EMEA i 88% z USA planuje kolejne inwestycje już w pierwszym kwartale 2021 roku.

Dodatkowe kluczowe wnioski z raportu Colliers „Global Investor Outlook” są następujące:

- Głównym obszarem zainteresowania nadal są najatrakcyjniejsze powierzchnie biurowe w najlepszych lokalizacjach. Inwestorzy dysponujący kapitałem międzynarodowym upatrują skali i płynności w głównych ośrodkach, takich jak Nowy Jork, Londyn i Sydney. Dla inwestorów istotne jest posiadanie nieruchomości biurowych, które spełniają wymagania techniczne dotyczące zrównoważonego rozwoju oraz zdrowia użytkowników;
- Sektor logistyczny i *living* szybko się rozwijają. Oba sektory znalazły się wśród trzech głównych obszarów zainteresowania we wszystkich regionach. Intensywne zapotrzebowanie na tego typu aktywa będzie wymagało rozszerzenia zakresu geograficznego zainteresowań inwestorów oraz zbudowania portfolio poprzez platformy *joint venture* i partnerstwa lokalne.
- Możliwości zmiany przeznaczenia likwidowanych obiektów handlowych i hotelowych. Inwestorzy oczekują spadku cen w tych sektorach o ponad 20%. Sektory te oferują rzadką możliwość nabycia aktywów wysokiej jakości, jak również tych problematycznych w celu zrealizowania ambitnych inicjatyw mających na celu zmianę ich przeznaczenia.
- Rozwiązania alternatywne, platformy i partnerstwa zyskują na znaczeniu. Rosnące zapotrzebowanie na aktywa alternatywne, takie jak centra danych, domy opieki dla seniorów i aktywa związane z sektorem *life science* odzwierciedlają szerzej zakrojone zmiany strukturalne zintensyfikowane w wyniku pandemii. ■

Źródło: Colliers

reklama



Preferujesz internet?

Wypromuj się na www.nis.com.pl

Formułowanie przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii

Jan Górzyński

1. Działalność o charakterze modernizacyjnym

Postęp w działalności gospodarczej nie odbywa się samoistnie, lecz wymaga ponoszenia nakładów, których poziom wynika z potrzeb społecznych i kapitałowych możliwości rynku. Realizuje się to przez wprowadzanie projektów nowych przedsięwzięć w działalności gospodarczej, doskonalszych z punktu widzenia ich efektywności i konkurencyjności w stosunku do aktualnie funkcjonujących. Te nowe projekty mogą powodować między innymi zwiększenie produkcji, poprawę jakości, zmianę struktury asortymentowej, obniżenie kosztów czy zwiększenie sprzedaży wytwarzanych wyrobów lub usług.

Każda decyzja inwestycyjna zwykle łączy się z koniecznością dokonania wyboru między kilkoma przedsięwzięciami, a trafność wyboru ma decydujący wpływ na uzyskiwane w przyszłości dochody i pozycję przedsiębiorstwa na rynku.

Pojęcie modernizacji nie występuje w ustawie Prawo budowlane [U3]. Zgodnie ze *Słownikiem języka polskiego* [121] modernizacja to unowocześnienie, uwspółcześnienie czegoś (np. modernizacja maszyn, transportu). Podobne znaczenie modernizacji wynika z rozporządzenia Ministra Finansów [R2]. *Modernizacja* jest rozumiana jako forma ulepszenia, jako unowocześnienie środka trwałego, które zarówno podnosi jego wartość techniczną, użytkową, jak i przystosowuje do wykorzystania go w innym celu niż pierwotne przeznaczenie albo nadaje temu składnikowi środka trwałego nowych cech użytkowych, wyrażających się poprawą standardu użytkowego lub technicznego czy obniżeniem kosztów eksploatacji. Na przykład modernizacja obiektu budowlanego to unowocześnienie podnoszące jego jakość użytkową, między innymi przez

wprowadzenie automatyki pogodowej, zmianę systemu ogrzewania, zastosowanie rekuperacji ciepła odpadowego. Szczególnym przypadkiem modernizacji jest *termomodernizacja*, czyli ocieplenie zwiększające jakość użytkowania (odczucie komfortu cieplnego) obiektu przez zmniejszenie strat ciepła z jednoczesną poprawą walorów estetycznych budynku.

Pojęcie racjonalizacji wywodzi się od słowa racjonalność, które określa cechę świadomej działalności ludzkiej polegającą na dobieraniu odpowiednich środków do osiągnięcia zamierzonych celów. Pojęcie racjonalizacji może być zdefiniowane następująco: *racjonalizacja* – działalność zmierzająca do osiągnięcia celów gospodarczych w optymalny, doskonalszy od poprzednio stosowanego sposób; może na przykład dotyczyć planu realizacji jakiegoś przedsięwzięcia, organizacji pracy, konstrukcji i jakości wyrobu. Racjonalizację możemy określić jako proekologiczną, jeżeli jest to działalność polegająca na doskonaleniu (procesów, wyrobów, obiektów, usług itp.) w sposób sprzyjający zachowaniu równowagi środowiska. Pojęcie racjonalizacji nie występuje w ustawie Prawo budowlane [U3].

Sformułowanie zakresu modernizacji w obszarze użytkowania energii wymaga wiedzy umożliwiającej przeprowadzenie analizy zużycia energii, ocenę energochłonności obiektu, ustalenie potencjalnych usprawnień i ich technicznej wykonalności oraz ocenę efektywności ekonomicznej i zapewnienia środków finansowych na realizację. W wyniku tych działań powinien być sformułowany odpowiedni program modernizacji. Niezbędne jest ustalenie podejścia metodycznego do rozwiązania problemu w ramach działalności danej jednostki, wykonanie odpowiednich przygotowań i doprowadzenie do realizacji. Do tego rodzaju racjonalizacji

należy zaliczyć wszystkie działania prowadzące do zmniejszenia zużycia energii oraz zmniejszenia obciążenia środowiska w wyniku emisji substancji szkodliwych do atmosfery, zmniejszenia ilości odpadów, ścieków, substancji toksycznych.

W odniesieniu do działań w zakresie budownictwa odpowiednie ich zakwalifikowanie jako przebudowa, rozbudowa, remont jest bardzo istotne, ponieważ jest to związane z obowiązkiem uzyskania przez inwestora od organu terenowej administracji odpowiedniego pozwolenia na budowę, zgodnie z ustawą Prawo budowlane [U3]. Mając jednak na uwadze, że w tej ustawie nie występuje pojęcie modernizacji, może to powodować wątpliwości w zakresie prawidłowego zakwalifikowania wykonywanych działań, szczególnie w odniesieniu do projektów realizowanych przy wspomaganii środkami z Unii Europejskiej, ponieważ wówczas jest wymagane użycie określenia modernizacja. W przypadku takiej konieczności w wydawanych decyzjach o pozwoleniu na budowę, dotyczących przebudowy albo rozbudowy, dopuszcza się umieszczanie w nawiasie określenia „modernizacja”.

Działanie polegające na wprowadzeniu *dotatkowego ocieplenia* (tzw. docieplenia) budynku nie jest remontem w rozumieniu przepisów ustawy Prawo budowlane [U3], ponieważ nie jest to działanie polegające na odtworzeniu stanu pierwotnego. W wyniku wprowadzenia dodatkowego ocieplenia powstaje nowy, wcześniej nieistniejący element budynku, co uzasadnia określenie takiego działania mianem modernizacja, unowocześnienie.

W tej pracy interesują nas przede wszystkim działania zapewniające zmniejszenie zużycia energii, pociągające za sobą zmniejszenie kosztów eksploatacji. Z tego punktu widzenia nie jest istotne, czy wprowadzane ulepszenia

kwalifikujemy jako remont, przebudowę, rozbudowę czy adaptację. Formułujemy program racjonalizacji zużycia energii przez wprowadzenie odpowiednich modyfikacji w obiektach technicznych, tak aby to prowadziło do istotnego zmniejszenia zużycia energii i kosztów eksploatacji. Podejmowane w tym celu działania określamy najczęściej jako *przedsięwzięcia modernizacyjne usprawniające użytkowanie energii*.

2. Podejmowanie decyzji gospodarczych

2.1. Wprowadzenie

W funkcjonowaniu jednostek prowadzących działalność gospodarczą, społeczną, komunalną występuje konieczność podejmowania decyzji związanych z podtrzymaniem lub rozwojem działalności jednostki przy zachowaniu racjonalnego gospodarowania (zarządzania) dysponowanym majątkiem trwałym (zasobami) i pozostającymi do dyspozycji środkami finansowymi. Wynika to z ograniczonej ilości posiadanych środków, uzasadniającej konieczność prowadzenia racjonalnego gospodarowania przez podejmowanie najbardziej korzystnych (optymalnych) rozwiązań z punktu widzenia potrzeb jednostki i dostępnych środków na ich realizację. Z tego powodu zasadne jest rozpatrzenie kilku możliwych rozwiązań realizacji planowanego przedsięwzięcia.

Warto przybliżyć czynniki wpływające na racjonalność podejmowanych decyzji modernizacyjnych, które mogą wystąpić w bieżącej działalności każdej jednostki:

- poprawność gospodarowania nośnikami energii;
- poprawność prowadzenia działalności proekologicznej;
- rozpoznanie co do możliwości zastosowania nowych materiałów i wyrobów;
- rozpoznanie w zakresie nowych wymagań stawianych przez regulacje prawne w zakresie gospodarowania i ochrony środowiska;
- rozpoznanie w zakresie nowych technik i technologii oraz możliwości ich uwzględnienia;
- znajomość metod oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć;
- rozpoznanie w zakresie dostępności wykonawców realizujących

przedsięwzięcia modernizacyjne użytkowania energii;

- rozpoznanie w zakresie sposobów finansowania przedsięwzięć gospodarczych i ekologicznych;
- rozpoznanie możliwości uzyskania wspomaganie finansowego w realizacji przedsięwzięć.

Bieżące rozpoznanie w zakresie tych czynników ułatwia śledzenie poprawności wykorzystania stosowanych nośników energii oraz zapewnienie w odpowiednim czasie formułowania przedsięwzięć modernizacyjnych i ich technicznej wykonalności.

2.2. Podejście przy podejmowaniu problemu modernizacji

W ogólnym przypadku rozpatrywanie problemu modernizacji powinno dotyczyć obiektu technicznego, którego cykl istnienia obejmuje cztery fazy: projektowanie, wykonanie (wznośzenie), użytkowanie wraz z zabiegami eksploatacyjnymi oraz likwidację wraz z zagospodarowaniem zasobów poużytkowych. We wszystkich fazach odbywa się zużycie zasobów przyrody zarówno energetycznych, jak i nieenergetycznych, wody, wprowadzanie obciążenia do środowiska zewnętrznego, dlatego uzasadniona jest analiza wszystkich wzajemnie powiązanych faz cyklu istnienia. Tylko rozpatrując cykl istnienia, mamy możliwość uwzględnienia wszystkich problemów energetycznych i ekologicznych występujących w obiektach technicznych. W każdej fazie istnienia obiektu występuje możliwość wpływania na zużycie zasobów i powstawanie zanieczyszczeń.

W zależności od fazy istnienia, w jakiej aktualnie znajduje się rozpatrywany obiekt techniczny, w analizach problemów racjonalizacji użytkowania energii można wyróżnić dwa podejścia. Pierwsze podejście dotyczy obiektu znajdującego się w fazie projektowania, kiedy przez przyjęcie rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych i rozwiązań w zakresie eksploatacji możemy wywierać największy wpływ na zużycie energii w następnych fazach. Środkiem do realizacji jest wykonanie projektu uwzględniającego nowoczesne rozwiązanie obiektu, który będzie obejmował wszystkie problemy

mające wpływ na zużycie energii i promował wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych.

Drugie podejście występuje wtedy, gdy obiekt znajduje się w dalszej fazie cyklu istnienia, czyli gdy już istniejący obiekt był przez pewien okres użytkowany i występuje potrzeba poddania go modernizacji w celu umożliwienia dalszej eksploatacji lub zakwalifikowania do likwidacji. Środkiem poprzedzającym przeprowadzenie modernizacji jest odpowiedni projekt, który powinien uwzględniać wszystkie aktualne możliwości techniczne prowadzące w kierunku zmniejszenia zużycia energii, biorąc pod uwagę ograniczenia podyktowane względami techniczno-materiałowymi.

W przypadku obiektu projektowanego istnieje możliwość wpływania przez rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne i rozwiązania w zakresie wyposażenia pomocniczego na zużycie energii podczas użytkowania. Również przez dobór odpowiednich nośników energii, w tym energii ze źródeł odnawialnych. Można w tej fazie wpływać w pewnym stopniu na przyszłe zużycie energii i wykorzystanie materiałów przy wykonywaniu zabiegów eksploatacyjnych oraz podczas likwidacji.

W przypadku wykonywania projektu obiektu technicznego występuje potrzeba uwzględnienia aktualnych wymagań w odniesieniu do zużycia energii i ochrony środowiska między innymi przez:

- ustalenie nośników energii przewidywanych do wykorzystania w danej dziedzinie;
- rozpoznanie aktualnych technik i technologii budowlanych;
- rozpoznanie w zakresie aktualnych regulacji prawnych;
- znajomość metod obliczeniowych zużycia energii;
- znajomość metod oceny efektywności ekonomicznej;
- znajomość dostępnych narzędzi elektronicznego wspomaganie działań modernizacyjnych.

W przypadku obiektu istniejącego występuje możliwość bezpośredniego wpływania na zużycie energii pobieranej do celów użytkowych oraz energii i materiałów na wykonanie zabiegów eksploatacyjnych oraz podczas likwidacji.

Przebieg cyklu realizacji przedsięwzięcia modernizacyjnego usprawniającego zużycie energii przez obiekt techniczny jest następujący:

- podjęcie decyzji o potrzebie modernizacji i określenie jej celu i zakresu;
- ocena stanu technicznego ze szczególnym uwzględnieniem zużycia energii;
- identyfikacja miejsc umożliwiających zmniejszenie zużycia energii;
- sformułowanie zbioru usprawnień z punktu widzenia zmniejszenia zużycia energii;
- ocena efektów zmniejszenia zużycia energii i kosztów energii;
- ocena nakładów na modernizację;
- ocena efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia modernizacyjnego;
- sformułowanie zakresu przedsięwzięcia do realizacji;
- techniczna i finansowa ocena możliwości realizacji;
- realizacja przedsięwzięcia i rozpoczęcie użytkowania;
- ocena efektów uzyskiwanych po uruchomieniu przedsięwzięcia.

Ustalenie uzyskiwanych efektów przeprowadzonej modernizacji powinno pozwolić na ocenę zasadności podjętych działań modernizacyjnych w celu zgromadzenia doświadczenia przydatnego w dalszej realizacji programu racjonalizacji użytkowania energii w jednostce.

2.3. Stosowanie rachunku efektywności ekonomicznej

Ograniczoność posiadanych zasobów wymaga konieczności gospodarowania przez podejmowanie najbardziej korzystnych rozwiązań z punktu widzenia potrzeb jednostki i dostępnych środków na ich realizację. Z tego powodu zasadne jest rozpatrzenie kilku możliwych rozwiązań realizacji planowanego przedsięwzięcia i wyboru rozwiązania najkorzystniejszego (optymalnego) w danych warunkach. W celu wyboru najlepszego rozwiązania wskazane jest posługiwanie się uznanymi metodami oceny efektywności ekonomicznej z odpowiednio sformułowanymi kryteriami, umożliwiającymi wybór takiego rozwiązania. Rachunek efektywności ekonomicznej daje możliwość określenia przewidywanej efektywności ekonomicznej różnych rozwiązań w realizacji

danego przedsięwzięcia i porównania ich w celu wskazania rozwiązania najbardziej korzystnego z punktu widzenia celów działania przedsiębiorstwa.

Powszechnie zaakceptowane i stosowane metody oceny ekonomicznej efektów racjonalizacji przedsięwzięć polegają na porównywaniu nakładów związanych z określonym sposobem realizacji przedsięwzięcia oraz efektów finansowych (dochodu), które przewidujemy osiągnąć w założonym okresie eksploatacji. Aby to było możliwe, niezbędne jest zgromadzenie odpowiednich informacji zarówno co do technicznej strony realizowanego rozwiązania, jak i strony ekonomicznej oraz warunków, w jakich odbędzie się jego realizacja. Należy wziąć pod uwagę, że otoczenie, w którym realizujemy przedsięwzięcie, ulega ciągłym zmianom warunków gospodarczych, środowiskowych, regulacji prawnych wprowadzających istotne ograniczenia, powstających nowych technik i technologii, nowych wyrobów. Niepewność w odniesieniu do zmian otoczenia sprawia, że zawsze istnieje pewien margines niepewności (ryzyka), który również należy brać pod uwagę.

Pożądane jest także określenie konsekwencji, jakie mogą wiązać się z realizacją każdego wariantu działania. Niezbędna jest analiza wpływu, jaki mogłaby mieć zmiana warunków w dotychczasowej działalności, i dążyć do uzyskania wyczerpujących informacji, aby móc przewidzieć ewentualne skutki. Właściwe zaprojektowanie rozwiązania i przewidywanie konsekwencji nie zawsze jest zadaniem łatwym. Często potrzebna jest złożona analiza dla ustalenia, jakie wyniki są pewne i jakie jest prawdopodobieństwo ich wystąpienia.

3. Rodzaje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii

3.1. Wprowadzenie

Rozwój firmy niezbędny dla zachowania jej egzystencji dokonuje się głównie przez realizację przemysłanych przedsięwzięć inwestycyjnych. Według [116] można wyróżnić następujące przedsięwzięcia inwestycyjne mające na uwadze zachowanie lub poprawę pozycji rynkowej firmy:

- 1) odtworzeniowe, polegające na zastępowaniu zużytych lub przestarzałych urządzeń nowymi w celu zapobieżenia wzrostowi kosztów produkcji;
- 2) modernizacyjne, ukierunkowane głównie na zmniejszenie kosztów wytwarzania wyrobów; zwykle realizowane są łącznie z inwestycjami odtworzeniowymi;
- 3) innowacyjne, służące modyfikacji wyrobów wytwarzanych dotychczas;
- 4) rozwojowe (nowe), mające na uwadze zwiększenie potencjału produkcyjnego i wdrożenie nowych wyrobów.

Przez inwestycje najczęściej rozumie się nakłady gospodarcze ponoszone na wytworzenie nowych, powiększenie istniejących lub odtworzenie zużytych obiektów majątku trwałego. W takim ujęciu termin inwestycje jest utożsamiany z pojęciem nakłady inwestycyjne. Przedsięwzięcia inwestycyjne nowe obejmują uruchamianie nowego potencjału produkcyjnego i zwiększenie już istniejącej zdolności wytwórczej. Przedsięwzięcia inwestycyjne odtworzeniowe są uruchamiane wówczas, gdy istnieje konieczność wymiany zużytych urządzeń, aby zapewnić ciągłość procesów technologicznych. Przedsięwzięcia inwestycyjne nowe, modernizacyjne i innowacyjne zalicza się najczęściej do jednej grupy, noszącej umowną nazwę *inwestycji rozwojowych*.

Decyzje inwestycyjne odnoszą się do przyszłości, zatem niezbędne jest przewidywanie zmian, które zajdą na rynku, a podstawą podejmowania decyzji powinien być rachunek opłacalności ekonomicznej, co wymaga określenia metod prowadzenia analiz opłacalności. Podstawą powinien być rachunek oparty na racjonalnych przesłankach wynikających z zasady gospodarności.

Produkcja przemysłowa odbywa się w dużej liczbie różniących się wzajemnie procesów, które bardzo często mają charakter specyficzny. Podczas gdy w sektorze transportu i budownictwa mamy do czynienia jedynie z pewną ograniczoną liczbą przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii, które mogą być wykorzystywane w dużej liczbie pojedynczych działań, w przemyśle jesteśmy zmuszeni do poszukiwania rozwiązań głównie w specyficznych

zastosowaniach, których, ze względu na tę specyfikę, nie można powielać w dużej liczbie zastosowań. Istnieje wprawdzie pewna liczba procesów i urządzeń, które mają zastosowanie bardziej uniwersalne w wielu gałęziach przemysłu (np. kotły, wymienniki ciepła, sprężarki, wentylatory), jednak i tu procesy oraz urządzenia są przystosowane do specyficznych zastosowań i bardzo często należy je rozpatrywać łącznie z całym procesem podstawowym.

W tej pracy przedmiotem zainteresowania są przedsięwzięcia inwestycyjne typu modernizacyjnego, które występują w gospodarce energetycznej i są ukierunkowane na zmniejszenie kosztów eksploatacji ze szczególną uwagą odnoszącą się do zmniejszenia kosztów energii i szkodliwego obciążenia środowiska.

Sformułowanie przedsięwzięć jest w zasadzie podstawowym celem działań audytora w ramach wykonywania audytu, dlatego przedsięwzięcia modernizacyjne usprawniające użytkowanie energii są podstawowym ogniwem rozpatrywanym w wykonywaniu pracy audytora. W następnej kolejności po sformułowaniu przedsięwzięć, które staną się podstawą przyszłej modernizacji zakładu, ważne jest, aby były zdefiniowane jednoznacznie i spełniały wymagania określone kryteriami opłacalności. Podstawą formułowania przedsięwzięć mogą być jedynie sprawdzone techniki wytwórcze tak, aby zmniejszyć do minimum niepewność związaną zarówno z uruchomieniem i funkcjonowaniem, jak i z ich przyszłą opłacalnością.

Wiele przedsiębiorstw łatwo akceptuje możliwości zmniejszenia kosztów eksploatacji przez realizację przedsięwzięć niewymagających nakładów inwestycyjnych i reorganizacji. Jednakże, gdy propozycje oszczędności energii łączy się z koniecznością ponoszenia nakładów lub znacznych modyfikacji w dotychczasowym sposobie zarządzania, takie przedsięwzięcia nie są chętnie rozpatrywane.

Z doświadczeń jednak wynika, że istotne zmniejszenie kosztów eksploatacji zawsze wymaga ponoszenia nakładów inwestycyjnych i możliwość realizacji danego rozwiązania powinna być rozpatrywana łącznie z pakietem innych proponowanych przedsięwzięć. Analiza

opłacalności powinna wskazać, które z rozpatrywanych przedsięwzięć należy realizować. Jednak na podjęcie decyzji o realizacji wpływ ma ilość środków finansowych, które przedsiębiorstwo jest w stanie przeznaczyć na cele związane z oszczędnością energii, i ostateczna decyzja należy do kierownictwa przedsiębiorstwa.

3.2. Podział przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii

Wychodząc z kryterium rozgraniczenia podaży i popytu nośników energii w przemyśle przedsięwzięcia usprawniające użytkowanie energii można formułować w zakresie:

- wytwarzania i przesyłania nośników energii;
 - użytkowania nośników energii w obszarze wytwarzania wyrobów i usług przemysłowych.
- Klasyfikacja przedsięwzięć modernizacyjnych może być rozpatrywana z wielu punktów widzenia. Można wyróżnić następujące sposoby podziału przedsięwzięć występujących w gospodarce energetycznej:
- ze względu na poziom występowania w procesach;
 - ze względu na wielkość nakładów niezbędnych na realizację;
 - ze względu na motywację przy podejmowaniu decyzji o realizacji;
 - ze względu na rodzaj uzyskiwanych efektów;
 - ze względu na charakter wprowadzanych zmian.

3.2.1. Podział ze względu na poziom występowania w procesach

Wyróżniono trzy rodzaje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii, które określono następująco [36]:

- zabiegi oznaczają pojedyncze (proste, elementarne) działania usprawniające użytkowanie energii, które można scharakteryzować przy użyciu zbioru danych liczbowych, określających efekt użyteczny i zużycie energii;
- przedsięwzięcia pojedyncze oznaczają działania złożone z pewnej liczby elementarnych zabiegów, które ilościowo są określone wtedy, gdy są znane tworzące je zabiegi;

- przedsięwzięcia złożone oznaczają działania składające się z pewnej liczby przedsięwzięć pojedynczych.

Rozpatrując wydział lub zakład produkcyjny czy usługowy, w odbywających się tam procesach produkcyjnych można wyróżnić elementarne (proste) działania, które przy wykorzystaniu jednego lub kilku nośników energii zapewniają realizację określonego efektu użytecznego, na przykład pojedynczej operacji technologicznej, montażu, transportu płynów lub materiałów sypkich itp. Takie elementarne działania nazywa się zwykle *operacjami*. W tej pracy elementarne przedsięwzięcia usprawniające użytkowanie energii odnoszące się do podstawowych ogniw procesów nazwano *zabiegami*.

Przedsięwzięciami pojedynczymi nazwano pewną liczbę zabiegów odnoszących się na przykład do jednego nośnika energii wykorzystywanego na danym wydziale produkcyjnym lub w całym zakładzie. Jako pojedyncze przedsięwzięcie można również rozpatrywać cały zespół zabiegów rozpatrywanych w danym wydziale produkcyjnym.

Przedsięwzięcie złożone w zakładzie zużywającym kilka nośników energii obejmuje przedsięwzięcia pojedyncze określone dla każdego nośnika energii oddzielnie. Innym przykładem może być budynek, w którym zużywa się kilka nośników energii, a który jest poddawany kompleksowej modernizacji.

Można również analizować przedsięwzięcie składające się z pewnej liczby przedsięwzięć złożonych.

Wprowadzony wyżej podział przedsięwzięć jest pomocny w obliczeniach sumarycznych efektów modernizacji. Podział ten może się okazać również użyteczny do uporządkowanego prowadzenia analiz gospodarki energetycznej zakładów, w których rozpatruje się znaczną liczbę przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii. Podział ten może być również wykorzystany w analizach energetycznych budynków.

3.2.2. Podział ze względu na wielkość nakładów niezbędnych na realizację

Z punktu widzenia wielkości nakładów na realizację przedsięwzięcia usprawniające użytkowanie energii w przemyśle

można podzielić na trzy podstawowe grupy [34, 36]: beznakładowe i niskonakładowe, średnionakładowe oraz wysokonakładowe.

Przedsięwzięcia beznakładowe i niskonakładowe polegają w zasadzie na poprawie sposobu eksploatacji, a ich zastosowanie zapewnia stosunkowo niewielkie oszczędności energii, rzędu 5–8%, ale ryzyko związane z ich realizacją jest również niewielkie.

Przedsięwzięcia średnionakładowe polegają na wprowadzaniu modyfikacji w istniejących procesach produkcyjnych i powodują konieczność ponoszenia nakładów inwestycyjnych rzędu od kilkunastu tysięcy do jednego lub kilku milionów dolarów USA. Takie przedsięwzięcia są uzasadnione nie tylko dążeniem do poprawy efektywności użytkowania energii, ale również dążeniem do osiągnięcia innych celów, jak na przykład poprawa jakości wyrobów, zmniejszenie kosztów produkcji, poprawa konkurencyjności wyrobów. Uzyskiwane oszczędności energii są rzędu 8–15%.

Przedsięwzięcia wysokonakładowe wymagają zasadniczej modyfikacji procesów, jak budowa nowych urządzeń czy linii produkcyjnych, i uzasadnione są takimi czynnikami, jak dążenie do zwiększenia poziomu produkcji lub zmiany jej asortymentu. Inwestycje w tej grupie przedsięwzięć zwykle wymagają nakładów inwestycyjnych rzędu 25–100 mln USD. Oszczędności energii uzyskiwane w wyniku realizacji przedsięwzięć z tej grupy mogą być powyżej 15% i znacznie więcej, zależnie od stanu przedsiębiorstwa i rodzaju gałęzi przemysłu.

Wymieniony podział przedsięwzięć wykorzystuje się przy formułowaniu końcowych raportów podsumowujących wyniki audytu [36]. Standardem pełnego audytu energetycznego jest przedstawienie propozycji przedsięwzięć w trzech grupach, to znaczy: niskonakładowych, średnionakładowych i wysokonakładowych. Takie grupowanie wyników audytu ma na celu podkreślenie znaczenia działań mających na uwadze w pierwszej kolejności likwidowanie objawów marnotrawstwa uzasadnionego niskimi kosztami i krótkim czasem realizacji. Natomiast najczęściej

przedsięwzięcia wysokonakładowe proponuje się jako działania docelowe o znaczeniu strategicznym dla przedsiębiorstwa, wymagające dłuższych okresów przygotowania i realizacji, jednak niewykluczające wcześniejszych działań przewidzianych w grupach przedsięwzięć wymagających mniejszych nakładów.

3.2.3. Podział ze względu na motywację przy podejmowaniu decyzji o realizacji

Z punktu widzenia motywacji przy podejmowaniu decyzji o realizacji w sektorze przemysłowym i w obiektach dogodnie jest rozpatrywać trzy grupy przedsięwzięć modernizacyjnych [34, 36]:

- działania uzasadnione oszczędnością energii, w których kryterium oceny i wyboru do realizacji jest zmniejszenie zużycia nośników energii;
- działania uzasadnione czynnikami niezwiązanymi z oszczędnością energii, w których poprawa jakości, zmniejszenie kosztów produkcji, poprawa konkurencyjności wyrobów są kryteriami podstawowymi ich stosowania;
- działania ukierunkowane wyłącznie na zmniejszenie obciążenia środowiska.

Do pierwszej grupy zalicza się techniki, które wpływają na zmniejszenie kosztów energii oraz zwiększenie sprawności urządzeń lub procesów. Zmniejszenie kosztów energii uzyskuje się przez: stosowanie urządzeń o wysokiej sprawności (kotły, pompy, sprężarki, silniki elektryczne), zagospodarowanie energii odpadowej, skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej, stosowanie systemów wspomagających zarządzanie energią. Natomiast zwiększenie sprawności urządzeń uzyskuje się między innymi w wyniku: substytucji paliw węglowych paliwami węglowodorowymi w kotłach i urządzeniach technologicznych, wytwarzania energii elektrycznej w układach parowo-gazowych, monitoringu procesów produkcyjnych w celu prowadzenia ciągłej kontroli przebiegu procesów, wprowadzenia elektronicznej regulacji prędkości obrotowej napędów, stosowania termoizolacyjnych materiałów włóknistych w przemysłowych piecach grzewczych, wykorzystania metanu z pokładów węgla. Typowymi

przykładami przedsięwzięć charakterystycznych dla pierwszej grupy są również przedsięwzięcia niskonakładowe i średnionakładowe, które wynikają w zasadzie z dążenia do zmniejszenia kosztów energii przez zmniejszenie zużycia energii.

Do drugiej grupy można zaliczyć takie techniki produkcji, przy których modernizacja prowadzi w pierwszym rzędzie do poprawy jakości i zwiększenia konkurencyjności wyrobów, ale również do znacznego zmniejszenia zużycia energii. Można tu wymienić takie techniki, jak:

- modernizacja części surowcowej hutnictwa przez wprowadzenie ciągłego odlewania stali;
 - budowa nowych linii produkcji cementu metodą suchą;
 - budowa nowych linii produkcji wapna w piecach Maerza;
 - zastosowanie nowoczesnych metod elektrolitycznej produkcji cynku;
 - modernizacja technologiczna przemysłu chemicznego oraz rafineryjnego i petrochemicznego;
 - modernizacja technologiczna elektrolitycznego wytwarzania aluminium przez zastosowanie spieczonych anod.
- Przedsięwzięcia zaliczane do trzeciej grupy, na przykład budowa instalacji odpylania, odsiarczania lub odazotowania, nie są rozpatrywane w ramach audytu energetycznego.

3.2.4. Podział ze względu na sposób uzyskiwania efektów

Ze względu na sposób zmniejszenia zużycia energii w przedsiębiorstwie wyróżnia się następujące przedsięwzięcia [34, 36]:

- bezpośrednia oszczędność nośników energii;
- zagospodarowanie energii odpadowej;
- substytucja nośników energii.

Różnice pomiędzy tymi przedsięwzięciami wynikają głównie ze sposobu i uwarunkowań ich realizacji.

Pierwsza grupa przedsięwzięć przynosi bezpośrednią oszczędność nośników energii należy do najpowszechniej wykorzystywanych przy formułowaniu propozycji realizacji wyników audytu. Jako typowe przykłady przedsięwzięć przynoszących bezpośrednią oszczędność nośników energii można wymienić wymianę żarowego oświetlenia

pomieszczeń na fluorescencyjne lub w przypadku oświetlenia zewnętrznego zamiast lamp rtęciowych lampy sodowe. Wyższa sprawność energetyczna w obu przypadkach nowego sposobu oświetlenia charakteryzuje się kilkakrotnie mniejszym zużyciem energii elektrycznej przy zapewnieniu tego samego poziomu oświetlenia. Innym typowym przykładem bezpośredniej oszczędności energii jest zwiększenie izolacyjności cieplnej przegród budowlanych, rurociągów i ścian aparatów przemysłowych. Do typowych przedsięwzięć w tej grupie należy zaliczyć również usuwanie wszelkich objawów marnotrawstwa energii.

Energia odpadowa jest to energia bezużytecznie odprowadzana do otoczenia, jednak dzięki stosunkowo wysokiej jakości nadaje się do ekonomicznie uzasadnionego wykorzystania. Istnieją dwa sposoby wykorzystania energii odpadowej [111]:

- wewnętrzny;
- zewnętrzny.

Przy wykorzystaniu wewnętrznym energia odpadowa służy potrzebom procesu, w którym ta energia powstaje. Jednym z ważniejszych przykładów zastosowań jest wykorzystanie entalpii fizycznej spalin lub energii chemicznej gazów odlotowych do podgrzewania substratów spalania (rekuperacja) lub do wstępnego podgrzewania wsadu. Zaletą wewnętrznego wykorzystania energii odpadowej jest zgodność czasowa podaży energii z zapotrzebowaniem, uzyskanie bezpośredniej oszczędności energii w rozpatrywanym procesie oraz duża efektywność energetyczna. Na przykład ilość zaoszczędzonej energii chemicznej paliwa na skutek podgrzewania substratów spalania jest zwykle większa od ilości ciepła przekazanego w rekuperatorze.

Zewnętrzne wykorzystanie energii odpadowej polega na jej wykorzystaniu w odbiornikach znajdujących się na zewnątrz urządzenia, w którym energia odpadowa powstaje. Podaż energii odpadowej zależy od sposobu działania urządzenia wytwarzającego tę energię i nie może być dostosowana do zapotrzebowania przez cały czas występowania potrzeb. Z tego powodu mogą

występować okresowe nadmiary i niedobory wytwarzanego nośnika energii odpadowej, co powoduje, że wykorzystanie energii odpadowej może się wiązać z koniecznością instalowania zasobników i źródeł wyrównawczych, które uzupełniałyby niedobory energii. Między innymi z tych powodów wykorzystanie zewnętrzne energii odpadowej jest mniej efektywne energetycznie i wymaga większych nakładów kapitałowych niż wykorzystanie wewnętrzne. Dlatego w pierwszej kolejności powinno się stosować wykorzystanie wewnętrzne, a gdy to nie jest możliwe, można rozpatrywać celowość zastosowania zewnętrznego sposobu wykorzystania energii odpadowej.

Można wymienić następujące znane przykłady wykorzystania zewnętrznego energii odpadowej [112]:

- wytwarzanie pary lub gorącej wody w kotłach odzyskowych i instalacjach chłodzenia wyparkowego;
- wytwarzanie energii elektrycznej w turbinach odzyskowych;
- wytwarzanie zimna w urządzeniach absorpcyjnych zasilanych spalinami;
- podwyższanie parametrów czynnika grzejącego w transformatorach ciepła zasilanych ciepłem odpadowym o stosunkowo niskiej temperaturze.

Podstawową zasadą obowiązującą przy stosowaniu substytucji nośników energii jest zastępowanie droższych nośników tańszymi, rozumiane w taki sposób, że efekt użyteczny mierzony oszczędnością kosztów energii jest uzasadniony ekonomicznie. Substytucja może być również wymuszona koniecznością zastąpienia wynikającą z braku odpowiedniej podaży nośnika stosowanego dotychczas. Typowym przykładem substytucji paliw, często stosowanym obecnie w kraju, jest zastępowanie węgla kamiennego gazem ziemnym lub olejem opałowym. Ten rodzaj substytucji jest najczęściej wymuszany koniecznością spełnienia coraz bardziej rygorystycznych wymagań ochrony środowiska. Przy stosowaniu paliw węglowych w wielu obecnie eksploatowanych kotłach przemysłowych spełnienie wymaganych ograniczeń emisji zanieczyszczeń, szczególnie dwutlenku siarki, tlenków azotu, może wymagać dużych nakładów.

3.2.5. Podział ze względu na charakter wprowadzanych zmian

Ze względu na charakter i zakres wprowadzanych zmian w wyposażeniu produkcyjnym lub w obiektach różni się następujące przedsięwzięcia [34, 36]:

- 1) modyfikacja istniejących linii produkcyjnych, instalacji i urządzeń przez:
 - zmianę obciążenia,
 - wymianę podzespołów, zespołów lub elementów,
 - uzupełnienie wyposażenia;
- 2) zastąpienie istniejących linii produkcyjnych, instalacji lub urządzeń nowymi usprawnionymi jednostkami, ale wykorzystującymi te same co poprzednio zasady pracy;
- 3) zastosowanie nowych urządzeń i procesów, linii produkcyjnych, najczęściej wykorzystujących odmienne zasady działania.

Racjonalizacja obciążenia może być zastosowana w takich urządzeniach, jak kotły, sprężarki, piece obrotowe, piece grzewcze, młyny obrotowe i w wielu innych urządzeniach, to znaczy tam, gdzie zużycie energii na jednostkę produkcji (efektu użytecznego) zmienia się przy zmianie obciążenia. Przedsięwzięcie jest zwykle realizowane przez odpowiednie szkolenie obsługi urządzeń i zastosowanie nowego wyposażenia pomiarowego, które umożliwia bieżącą ocenę i analizę pracy urządzenia lub instalacji.

Wymiana pewnych ważnych elementów (podzespołów) dotyczy urządzeń, które są eksploatowane od wielu lat, a nowe osiągnięcia techniczne w ich konstrukcji mogą pozwolić na poprawę efektywności wykorzystania energii. Dotyczy to między innymi takich elementów, podzespołów i zespołów, jak palniki, wykładziny ognioodporne pieców, wentylatory, sprężarki, wymienniki ciepła.

Uzupełnienie wyposażenia dotyczy nowych podzespołów, które uzyskały wysoki stopień rozwoju w ostatnich latach, a których zastosowanie może pozwolić na zmniejszenie zużycia energii. Można zaliczyć tu zainstalowanie aparatury pomiarowej, palników w piecach i kotłach, urządzeń do odzysku ciepła i innych.

Zastąpienie istniejącej instalacji (linii produkcyjnej lub urządzenia) dotyczy zastosowania instalacji tego samego rodzaju, lecz nowocześniejszej, o wyższej efektywności energetycznej, na przykład wykorzystującej mechaniczne sprzężenie oparów, zastosowanie procesów ciągłych zamiast okresowych.

Jako nowe urządzenia i procesy można przykładowo wymienić: piece w przemyśle ceramicznym o krótkim cyklu wypału oraz suszenie, topienie, nagrzewanie przy zastosowaniu nowych technik. Może to być nagrzewanie dielektryczne, bezpośrednie grzanie oporowe, nagrzewanie krótkofalowe, częściowe odwilżanie zamiast wstępnego suszenia, konserwowanie ultrafioletowe.

3.3. Wykorzystanie surowców wtórnych

Przy rosnących kosztach gospodarowania odpadami, ich składowania i związanym z tym wzrostem zużycia energii poszukiwanie możliwości zmniejszenia ilości odpadów generowanych w procesach produkcyjnych jest uzasadnionym podejściem do problemu. Celem jest nie tylko zmniejszenie ilości odpadów, lecz również analiza możliwości całkowitej eliminacji odpadów bezpośrednio

w miejscach ich powstawania. Możliwości usprawnień poszukuje się również przez substitucję materiałów, stosowanie recyklingu oraz przez zagospodarowanie odpadów.

Analiza możliwości zmniejszenia ilości odpadów już w miejscach ich powstawania jest bezpośrednim odroczem przy poszukiwaniu rozwiązań problemu generowania odpadów, na przykład zmniejszenie zużycia wody, zmniejszenie zużycia chłodziwa w procesach obróbki metali. Natomiast substitucja materiałów jest zalecana zwłaszcza wtedy, gdy materiały toksyczne zastępuje się materiałami nietoksycznymi lub o znacznie mniejszym stopniu uciążliwości dla środowiska.

Stosowanie recyklingu ma znaczenie zarówno w celu zmniejszenia ilości odpadów, jak i zużycia energii, oraz w celu zmniejszenia kosztów produkcji wyrobów. Można wyróżnić następujące przykłady zastosowania recyklingu w przemyśle przetwórczym: odzyskiwanie płynu chłodzącego w obróbce metali, odzyskiwanie rozpuszczalnika i jego powtórne użycie, odzyskiwanie rozpuszczalnika i jego destylacja, powtórne użycie wody, recykling w celu wykorzystania poza przedsiębiorstwem.

Gospodarka odpadami wymaga uwzględnienia wielu problemów, między innymi potrzeb i problemów ochrony środowiska. Producenci jednak są w coraz większym stopniu zobowiązani do zajmowania się takimi problemami, jak oczyszczanie wody, emisje zanieczyszczeń do atmosfery, zanieczyszczenie gleby i wód gruntowych, składowanie odpadów stałych i ich wpływ na zdrowie oraz bezpieczeństwo pracowników (odparowanie substancji szkodliwych).

W zakres gospodarki odpadami może wchodzić również segregacja odpadów przy obróbce metali, tworzywa sztucznych, drewna. Innym przykładem, który należy brać pod uwagę, jest segregacja odpadowych rozpuszczalników i odpadów w formie osadów. Również może wystąpić separacja olejów odpadowych. ■

Bibliografia dostępna pod linkiem: nis.com.pl/bibliografia.html

Fragment pochodzi z książki: *Efektywność energetyczna w działalności gospodarczej*, Jan Górzyński, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017

reklama



Darmowa e-prenumerata!

www.nis.com.pl

napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny



Analiza parametrów silnika z magnesami umieszczonymi w rdzeniu wirnika i z uzwojeniem skupionym do napędu pojazdów elektrycznych

Andrzej Lechowicz, Adrian Młot, Piotr Skrobotowicz

1. Wstęp

Rosnąca popularność samochodów elektrycznych w ostatnich latach powoduje gwałtowny wzrost zapotrzebowania na wysoko wydajne silniki elektryczne. Silniki elektryczne są kluczowymi elementami pojazdu elektrycznego i definiują jego własności trakcyjne. Dlatego od ich konstrukcji wymaga się przede wszystkim dużej sprawności, gęstości energii, niskich kosztów wytworzenia i wysokiej niezawodności. Pomimo ciągłego rozwoju wielu konstrukcji silników elektrycznych wciąż bezkonkurencyjne są silniki z magnesami trwałymi, które charakteryzują się wysoką gęstością mocy, dużą przeciążalnością oraz szerokim zakresem prędkości obrotowej. Dzięki zastosowaniu wysokoenergetycznych magnesów z ziem rzadkich silniki te uzyskują bardzo wysoką sprawność (do 95%) oraz niewielką masę. Poza tym uproszczona konstrukcja silników z magnesami trwałymi stanowi ich niepodważalną zaletę [1–4].

Jedną z efektywnych konstrukcji silnika pod względem osiągniętych parametrów użytecznych jest silnik synchroniczny z magnesami trwałymi umieszczonymi wewnątrz rdzenia wirnika (IPMSM). Główną zaletą takiej konstrukcji silnika jest możliwość stosunkowo prostego kształtowania pola magnetycznego w szczelinie powietrznej poprzez odpowiednie rozmieszczenie magnesów w wirniku. Ponadto umieszczenie magnesów wewnątrz wirnika zabezpiecza je przed działaniem sił odśrodkowych, zwiększa ich odporność na odmagnesowanie oraz zmniejsza pulsacje momentu elektromagnetycznego [5–6]. Redukcja pulsacji momentu elektromagnetycznego jest jednym z istotnych zjawisk, których analiza musi być uwzględniona w trakcie projektowania silnika elektrycznego. W aplikacjach pojazdów elektrycznych i hybrydowych pulsacje momentu elektromagnetycznego mają negatywny wpływ na właściwości napędu, gdyż powodują powstawanie dodatkowych strat mocy, hałasu i drgań, co w konsekwencji prowadzi do obniżenia sprawności maszyny elektrycznej oraz szybszego zużycia elementów konstrukcyjnych napędu (łożysk, przekładni redukcyjnej).

Minimalizacja momentu zaczepowego (jedna ze składowych pulsacji momentu elektromagnetycznego), poprzez zmianę konstrukcji w obwodzie wirnika i stojana, może prowadzić do obniżenia średniego i maksymalnego momentu obrotowego uzyskiwanego przez silnik elektryczny [7].

Prezentowany prototyp silnika został zaprojektowany tak, aby moment zaczepowy był jak najmniejszy przy zachowaniu

Streszczenie: W pracy przedstawiono analizę najważniejszych parametrów użytecznych silnika z magnesami trwałymi i z uzwojeniem skupionym, który zaprojektowano do napędu pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Dla zaprojektowanej konstrukcji prototypu silnika synchronicznego z magnesami umieszczonymi wewnątrz rdzenia wirnika (IPMSM) przedstawiono jego najważniejsze zalety. Zaprojektowany silnik o znamionowej mocy 80 kW charakteryzuje się niskimi stratami mocy w magnesach i żelazie oraz momentem zaczepowym nie większym niż 0,98 Nm.

Słowa kluczowe: silnik synchroniczny, magnesy trwałe, pojazd elektryczny, uzwojenie skupione

ANALYSIS OF THE BASIC PARAMETERS OF A PERMANENT MAGNET ELECTRIC MOTOR WITH CONCENTRATED WINDING FOR THE ELECTRIC VEHICLE

Abstract: The article presents the results of basic parameters of a permanent magnet motor with concentrated winding in the electric /hybrid vehicle application. The potential benefits resulting from the use of an interior permanent magnet synchronous motor (IPMSM) are presented. The 80 kW IPMSM is characterized by low magnet losses and iron losses and the cogging torque is not higher than 0,98 Nm.

Keywords: synchronous motor, permanent magnet, electric vehicle, concentrated winding

wymaganej wartości średniego momentu elektromagnetycznego. Zastosowanie uzwojenia skupionego umożliwiło znaczne skrócenie połączeń czołowych i mniejsze zużycie miedzi w porównaniu z uzwojeniem rozłożonym. Pozwoliło to ograniczyć długość przewodów i rezystancję uzwojenia, co w konsekwencji spowodowało zredukowanie strat w miedzi i mniejsze nagrzewanie się maszyny elektrycznej [8–9]. Uzwojenie skupione pozwala również znacznie uprościć proces nawijania takiego silnika, gdyż każda cewka może zostać niezależnie nawinięta. Taka metoda nawijania pozwala efektywniej wypełnić żłobek miedzią i zmniejszyć odstęp między zębami stojana,

co jest korzystne w osiągnięciu mniejszego momentu zaczepowego i zwiększeniu sprawności maszyny elektrycznej.

Celem artykułu jest przedstawienie podstawowych wyników analizy parametrów użytecznych silnika, tj. rozkładu indukcji pola magnetycznego w rdzeniu wirnika i stojana, napięć indukowanych w uzwojeniu stojana, stałej napięciowej, stałej momentowej, pulsacji momentu elektromagnetycznego, momentu zaczepowego oraz strat mocy w magnesach trwałych i w żelazie (rdzeń stojana i wirnika). W analizie efektywności badanego silnika pominięto analizę strat mocy w miedzi.

2. Prototyp silnika z magnesami zagnieżdżonymi wewnątrz rdzenia wirnika

Na podstawie określonych wymagań dla aplikacji trakcyjnych pojazdów elektrycznych wybrano konstrukcję silnika o parametrach konstrukcyjnych i o właściwościach materiałów zestawionych w tabeli 1. Zaprezentowana wersja silnika IPMSM posiada cewki skupione, w których zastosowano uzwojenie jednowarstwowe skupione o stosunku liczby żłobków do liczby biegunów równej 12/8. Liczba cewek na biegun i fazę wynosi jeden.

Kształt wyciętej blachy stojana i wirnika przedstawiono na rysunku 1.

Schemat rozmieszczeń cewek dla uzwojenia trójfazowego pokazano na rysunku 2.

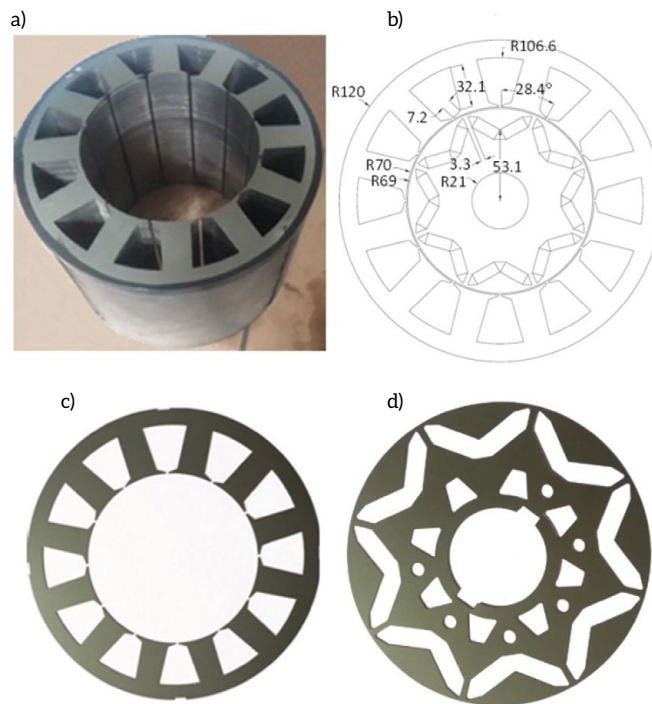
W zaprojektowanej konstrukcji wirnika zastosowano magnesy w kształcie litery V umieszczone w tzw. barierach magnetycznych wewnątrz rdzenia pakietowanego wirnika. Kształt i wielkość barier magnetycznych zostały tak dobrane, aby silnik posiadał jak największą stałą momentową oraz najmniejszą wartość indukcji magnetycznej w pakietowanych blachach wirnika. Od optymalnego doboru kształtu i rozmieszczenia barier magnetycznych będzie uzależniona efektywność pracy silnika [5, 10].

Na wirniku wycięto otwory w celu zmniejszenia jego masy, co pozwoliło również obniżyć moment bezwładności silnika. Kształt i rozmieszczenie wyciętych otworów w wirniku dobrano tak, aby nie wpływały one na przepływ strumienia magnetycznego w wirniku, zachowując niezmienną wartość stałej napięciowej i stałej momentowej [13–14] (w prezentowanych modelach polowych pominięto te wycięcia, które są widoczne na rysunku 1 d). W wirniku zastosowano wysokoenergetyczne magnesy N38EH. Maksymalna temperatura pracy tych magnesów wynosi 200°C. W celu ograniczenia strat mocy w magnesach przy wysokich prędkościach obrotowych magnes został podzielony na 6 wzdłużnych segmentów. Liczba segmentów została dobrana optymalnie pod kątem obniżenia prądów wirowych indukowanych w magnesie oraz pod kątem ekonomicznym [1, 3, 11–12].

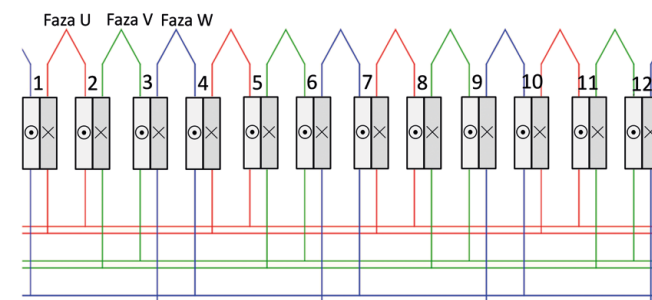
Rdzeń wirnika i stojana wykrojono z blachy elektrotechnicznej M270 o grubości 35 mm i powłoce elektroizolacyjnej C5. Charakterystykę magnesowania blachy, jaką wykorzystano do obliczeń numerycznych w modelu polowym silnika, zaprezentowano na rysunku 3.

3. Analiza pola magnetycznego

Rozkład pola magnetycznego i linie strumienia magnetycznego oraz rozkład jego wektora dla stanu bezprądowego



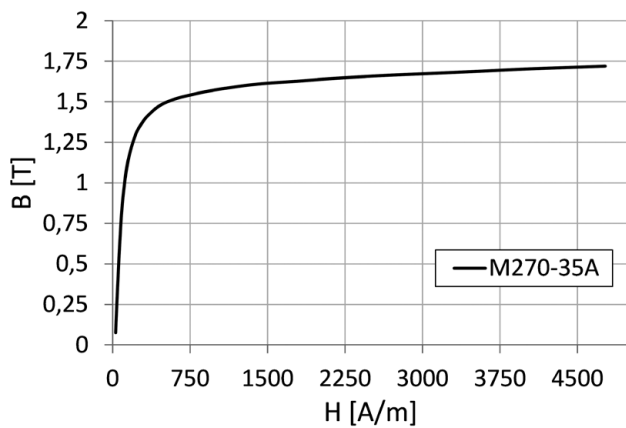
Rys. 1. Rdzeń stojana silnika 12/8 (a); najważniejsze wymiary silnika (b); blacha pakietu stojana (c) i wirnika (d)



Rys. 2. Schemat połączeń cewek dla kolejnych faz uzwojenia badanego silnika

Tabela 1. Najważniejsze parametry silnika elektrycznego IPMSM

Moc znamionowa	$P_n = 80 \text{ kW}$
Moment znamionowy	$T_n = 180 \text{ Nm}$
Prędkość znamionowa	$n = 4500 \text{ obr./min}$
Liczba biegunów wirnika	$2p = 8$
Liczba żłobków	$z = 12$
Układ magnesów w wirniku	w kształcie litery „V”
Napięcie znamionowe zasilania	$U_n = 400 \text{ V}$
Chłodzenie	wodne
Grubość szczeliny powietrznej	$\delta = 1 \text{ mm}$
Rodzaj magnesu	N38EH
Pakiet blachy stojana i wirnika	M270-35A C5



Rys. 3. Charakterystyka $B = f(H)$ magnesowania blachy rdzenia wirnika i stojana

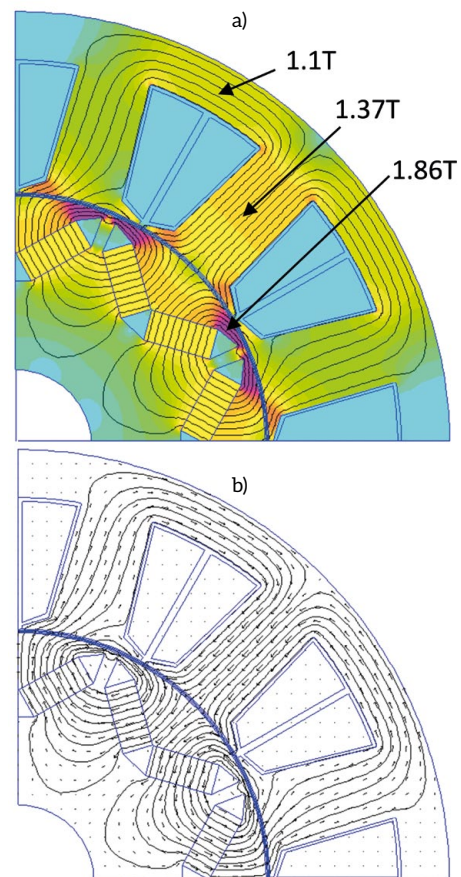
przedstawiono odpowiednio na rysunku 4a oraz na rysunku 4b. Z rozkładów tych wynika, że indukcja magnetyczna w magnesotwodzie wirnika nie przekracza 1,86 T, a w centralnej części zęba i jarzmie stojana odpowiednio wynosi około 1,37 T i 1,1 T.

Na rysunku 5 przedstawiono rozkłady pola magnetycznego dla dwóch położenia wirnika względem stojana, tj. dla osi $-d$ i osi $-q$ (położenia te odniesione są do osi cewki dla jednej z faz uzwojenia) [15–16]. Dla tych położenia wirnika względem stojana w stanie obciążenia prądowego $I_m = 57$ A wyznaczono rozkłady indukcji magnetycznej. Dla położenia w osi $-q$ zaobserwowano nasycenie się pola magnetycznego w zębie stojana dochodzące do 1,85 T. Jak widać, strumienie w takim położeniu wirnika biorą największy udział w wytworzeniu użytecznego momentu elektromagnetycznego. W osi $-d$ strumienie magnetyczne głównie zamykają się w biegunach wirnika, biorąc udział w domagnesowywaniu bądź też odmagnesowywaniu magnesów trwałych.

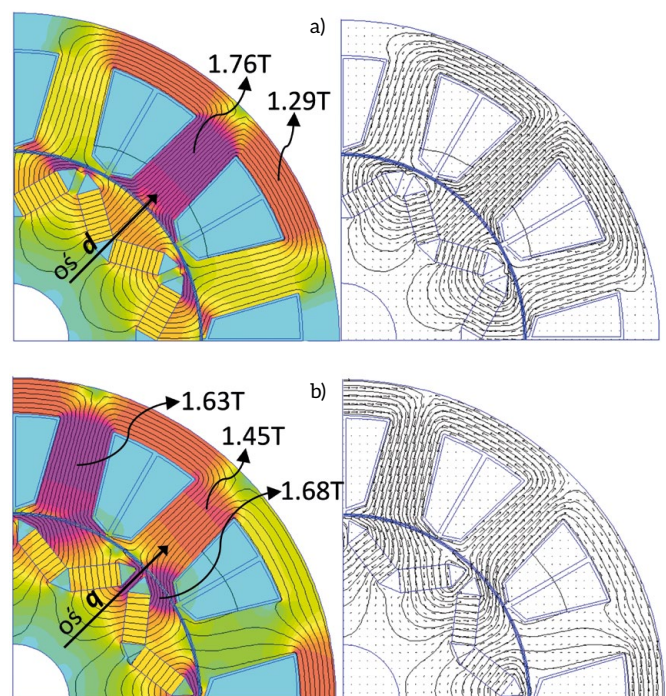
Rozkłady indukcji magnetycznej w stanie zwarcia pokazano na rysunku 6 dla wirnika w osi $-d$ i osi $-q$ odniesionej do jednej z osi uzwojenia trójfazowego.

4. Analiza napięć indukowanych w uzwojeniu silnika

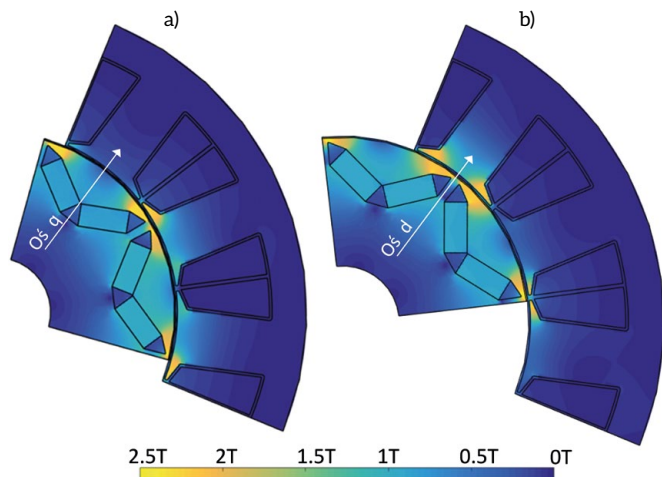
Jednym z ważnych kryteriów oceny jakości maszyny elektrycznej, która może pracować jako silnik lub/i generator, jest jakość wytwarzanej energii elektrycznej, o której decyduje m.in. zawartość wyższych harmonicznych w napięciu indukowanym w poszczególnych fazach uzwojenia. Mając to na uwadze, autorzy przeprowadzili szereg badań symulacyjnych, w których badano przede wszystkim wpływ zmiany kształtu nabiegunków stojana oraz modyfikację kształtu magnesów. Modyfikacja kształtu magnesów (poprzez zmianę wycięć na pakiecie wirnika) nie tylko prowadziła do zmiany wymiaru magnesu i jego nachylenia względem drugiego, sąsiedniego magnesu w odniesieniu do tego samego bieguna, ale również determinowała zmianę kształtu bariery powietrznej dla strumienia magnetycznego.



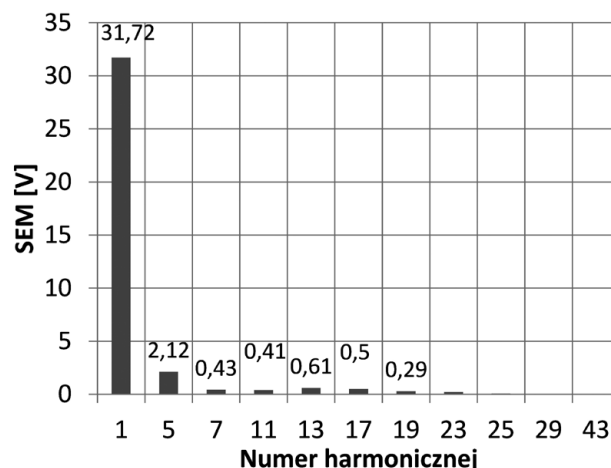
Rys. 4. Rozkład indukcji magnetycznej i linie strumienia magnetycznego (a) oraz rozkład wektora indukcji magnetycznej (b) w stanie bezprądowym



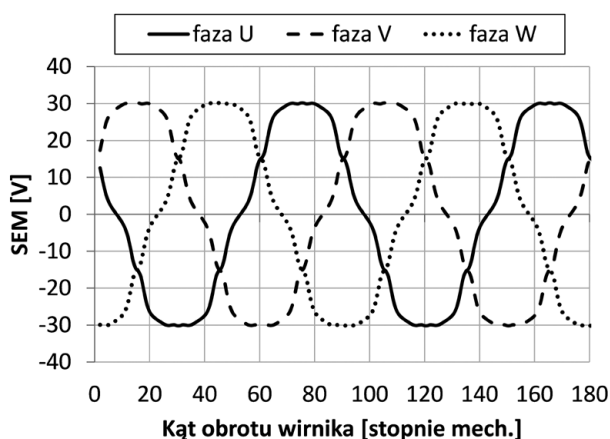
Rys. 5. Rozkład indukcji magnetycznej w stanie obciążenia prądowego przy prądzie przewodowym równym $I_m = 228$ A dla położenia wirnika w osi $-d$ (a) i osi $-q$ (b) względem osi uzwojenia fazy U



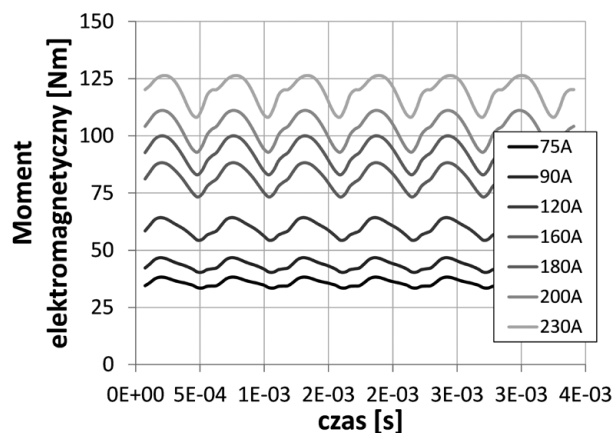
Rys. 6. Rozkład indukcji magnetycznej w stanie zwarcia trzech faz uzwojenia stojana



Rys. 8. Analiza harmonicznych siły elektromotorycznej dla jednej z faz uzwojenia stojana przy prędkości obrotowej wynoszącej 1000 obr./min



Rys. 7. Siła elektromotoryczna indukowana w poszczególnych fazach uzwojenia przy 1000 obr./min



Rys. 9. Zmienność momentu elektromagnetycznego w funkcji czasu dla 4500 obr./min przy różnych wartościach prądu fazowego

Finalną wersję po modyfikacji przedstawia konstrukcja z rysunku 1. Na rysunku 7 przedstawiono przebiegi indukowanych napięć fazowych przy prędkości obrotowej równej 1000 obr./min dla poszczególnych faz uzwojenia stojana.

Stałą napięciową wyznaczono na podstawie wartości skutecznej napięcia międzyfazowego dla prędkości 1000 obr./min według wzoru (1).

$$k_e = 0,35 \text{ [V} \cdot \text{s/rad]} \quad (1)$$

Analizę harmoniczną fazowego napięcia indukowanego w fazie uzwojenia stojana pokazano na rysunku 8. Poza pierwszą harmoniczną (31,72 V) największe harmoniczne to piąta (2,12 V) i trzynasta (0,61 V), pozostałe są niższe niż 0,43 V. Współczynnik zawartości harmonicznnych w przebiegu siły elektromotorycznej wynosi THD 7,47%.

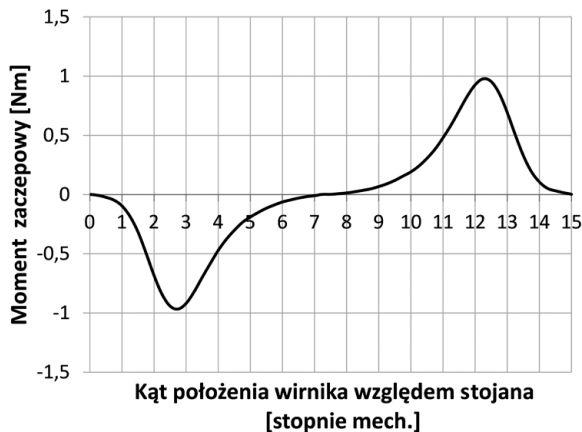
5. Moment elektromagnetyczny i moment zaczepowy

Na rysunku 9 pokazano zmienność średniego momentu elektromagnetycznego dla różnych wartości prądu obciążenia. Wzrost prądu przepływającego przez uzwojenie stojana powoduje zwiększanie się pulsacji momentu elektromagnetycznego.

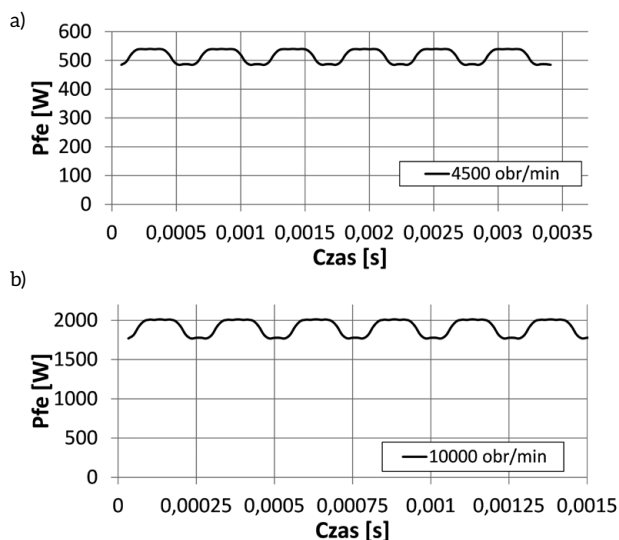
Poniżej wyznaczono stałą momentową (2) jako stosunek średniej wartości momentu T_{av} do skutecznej wartości prądu I_{rms} . Wartość stałej momentowej przy 100 A_{rms} wynosi 0,72 Nm/A_{rms}.

$$k_T = T_{av}/I_{rms} \text{ [Nm/A}_{rms}\text{]} \quad (2)$$

Amplituda momentu zaczepowego i wartość *peak-to-peak* wynoszą odpowiednio 0,98 Nm i 1,95 Nm. Na rysunku 10 pokazano zmienność momentu zaczepowego w funkcji kąta obrotu wirnika.



Rys. 10. Moment zaczepowy w funkcji kąta położenia wirnika względem stojana (stan bezprądowy)



Rys. 11. Zmienność strat mocy w żelazie w funkcji czasu dla różnych prędkości: 4500 obr./min (a) i 10 000 obr./min (b) - stan jałowy

6. Straty mocy w żelazie i w magnesach

Poniżej przedstawiono przykładowe przebiegi zmienności strat mocy w żelazie w funkcji czasu w stanie jałowym, rysunek 11. Przez straty w żelazie rozumie się sumę strat w odniesieniu do wirnika i stojana.

Średnie straty w żelazie dla stanu zwarcia przy prędkości 4500 obr./min nie przekraczały 300 W. Dla stanu obciążenia prądem $I_m = 230$ A otrzymano średnie straty mocy w żelazie na poziomie 1250 W.

W tabeli 2 zestawiono obliczenia prądów wirowych w magnesach trwałych dla różnych prędkości obrotowych wirnika w stanie zwarcia i jałowym. Straty mocy w magnesach będą bardzo mocno uzależnione od liczby segmentów N użytych w magnesie trwałym.

Z tabeli powyżej wynika, że dla stanu zwarcia liczba segmentacji znacząco likwiduje wielkość cyrkulacji prądów wirowych,

Tabela 2. Całkowite straty mocy w magnesach w stanie jałowym i zwarcia dla różnej liczby segmentów na magnes

Prędkość obrotowa	Liczba segmentów	Stan zwarcia	Stan jałowy
n [obr./min]	N [-]	PPM [W]	PPM [W]
1000	1	50	23
	3	44	22
	5	39	20
4500	1	1005	474
	3	892	445
	5	782	416
10 000	1	4823	2373
	3	4292	2219
	5	3785	2069

zmniejszając tym samym całkowite straty mocy w magnesach i zmniejszając ryzyko odmagnesowania magnesów. Wyniki te również pokazują, że liczba segmentów na jeden magnes powinna być nie mniejsza niż 5–6 segmentów.

7. Podsumowanie i wnioski

Wymagania, jakie postawiono dla silnika 8-biegunowego z uzwojeniem skupionym i z magnesami zagnieżdżonymi wewnątrz rdzenia wirnika w kształcie litery V, zostały osiągnięte. Zbudowany prototyp silnika do napędu pojazdu elektrycznego charakteryzuje się optymalnie niskimi stratami mocy w magnesach trwałych na poziomie 416 W i 782 W odpowiednio w stanie jałowym i zwarcia przy prędkości znamionowej 4500 obr./min. Natomiast straty mocy w pakiecie rdzenia nie przekraczają 500 W i 300 W odpowiednio w stanie jałowym i zwarcia dla pracy przy prędkości znamionowej.

Zaprezentowany kształt bariery magnetycznej pozwolił ograniczyć moment zaczepowy do zadawalającego poziomu, którego wartość maksymalna nie przekracza 0,98 Nm.

Aby uzyskać silnik o optymalnie dobrej sprawności, liczba segmentów magnesów trwałych nie powinna być niższa niż 5–6.

Literatura

- [1] LAMPÉRTH M.U., MALLOY A.C., MLOT A., CORDNER M.: *Assesment of axial flux motor technology for hybrid powertrain integration*. EVS 28 International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, 2015.
- [2] MLOT A., MALLOY A.C., KORKOSZ M., LAMPÉRTH M.: *Electromagnetic review of rotor/stator misalignment in permanent magnet axial flux motor*. Analysis and Simulation of Electrical and Computer System, Lecture Notes in Electrical Engineering book series, volume 452, 2017.
- [3] MLOT A., LUKANISZYN M., KORKOSZ M.: *Magnet loss analysis for a high-speed PM machine with segmented PM and modified tooth-tips shape*. Archives of Electrical Engineering, 65(4)/2016.

- [4] LINDTH P., NERG J., PYRHONEN J. ET. AL.: *Interior permanent magnet motors with non-overlapping concentrated winding or with integral slot winding for traction application*. „Przegląd Elektrotechniczny” 7b/2012.
- [5] PAPLICKI P.: *Bariery magnetyczne w wirniku silnika synchronicznego z magnesami trwałymi*. „Przegląd Elektrotechniczny” 4/2017.
- [6] PAPLICKI P.: *Silniki magnetoelektryczne do hybrydowych napędów samochodowych*. „Przegląd Elektrotechniczny” 6/2010.
- [7] ŁUKANISZYN M., MŁOT A.: *Torque characteristics of a BLDC motor with multipolar excitation*. The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, COMPEL, vol. 28, issue 1, 2009.
- [8] BIAŁAS A., ROSSA R.: *Konstrukcja modelowa silnika synchronicznego z magnesami trwałymi o cewkach skupionych*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2/2014.
- [9] JUNAK J., OMBACH G.: *Projektowanie silników szczotkowych i bezszczotkowych z magnesami trwałymi w zastosowaniach dla przemysłu samochodowego*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 89/2011.
- [10] ŁYSKAWIŃSKI W., JĘDRYCZKA C., STACHOWIAK D.: *Analiza wpływu bariery magnetycznej na oddziaływanie twornika w 6-biegunowym silniku synchronicznym o magnesach cięciwowych*. „Electrical Engineering” 85/2016.
- [11] MŁOT A., ŁUKANISZYN M.: *Magnet eddy-current loss reduction in a high-speed permanent magnet machine with concentrated windings*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 3/2015.
- [12] MŁOT A., ŁUKANISZYN M., LATAWIEC K.: *Magnet-eddy-current loss reduction in a high-speed Pm machine*. International Conference on Fundamentals of Electrotechnics and Circuit Theory, XXXVIII IC-SPETO, 2015.
- [13] DAJAKU G., GERLING D.: *Analysis of different PM machines with concentrated windings and flux barriers in stator core*, International Conference on Electrical Machines (ICEM), IEEE, 2014.
- [14] WANG Y., BIANCHI N., BOLOGNANI S., ALBERTI L.: *Synchronous motors for traction applications*, International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive, IEEE, 2017.
- [15] GU W., ZHU X., QUAN L., DU YI: *Design and Optimization of Permanent Magnet Brushless Machines for Electric Vehicle Applications*. „Energies” 8(12)/2015.
- [16] DROBNI K., GAŠPARIN L., FIŠER R.: *Fast and Accurate Model of Interior Permanent Magnet Machine for Dynamic Characterization*. „Energies” 12(5)/2019.

Andrzej Lechowicz, Adrian Młot – Politechnika Opolska;
Piotr Skrobotowicz – Auto Power Electronic

artykuł recenzowany

reklama

 **Targi Kielce**
exhibition & congress centre

Największe Targi Odnawialnych
Źródeł Energii w Polsce

enex

28-29.04.2021
Kielce

www.enex.pl



Analiza wydajności układu chłodzenia kadłuba w projekcie silnika do napędu pojazdu dostawczego o masie do 3,5 t

Jacek Pytel, Piotr Dukalski

1. Wstęp

Według raportu IEA liczba elektrycznych samochodów osobowych na drodze osiągnęła wartość 3,1 mln w 2017 r., co stanowi wzrost o 57% w porównaniu z rokiem poprzednim, z czego w samych Chinach w tym samym roku liczba samochodów elektrycznych przekroczyła 1 mln.

Obecnie na chińskich drogach porusza się ok. 40% wszystkich samochodów elektrycznych na świecie.

Udział samochodów elektrycznych w 2017 roku w Stanach Zjednoczonych i w Europie osiągnął ok. 25% [1].

W ramach inicjatywy Electric Vehicles Initiative (EVI) uruchomiono program pilotażowy Global EV Pilot City Programme (PCP).

Program ma na celu utworzenie sieci stu miast przyjaznych dla pojazdów o napędzie elektrycznym. Pomysł jest podkorywany faktem, że to właśnie w miastach problem zanieczyszczenia powietrza oraz hałasu jest najbardziej dotkliwy [1].

Te działania mają na celu nawiązanie współpracy i wymianę doświadczeń oraz realizowanie projektów w zakresie np. planowania rozmieszczenia stacji ładowania. Współpracujące miasta będą tworzyły w ten sposób pewnego rodzaju platformy badawcze.

Program zakłada realizację celów strategicznych kampanii EV30@30 EVI, a celem jej jest osiągnięcie 20% udziału rynku pojazdów elektrycznych do 2030 roku, w tym pojazdów osobowych, lekkich samochodów dostawczych, ciężarówek oraz autobusów.

W Polsce również można zauważyć zdecydowany wzrost zainteresowania samochodami elektrycznymi, nie tylko na płaszczyźnie naukowej i technicznej, ale również wdrożeniowej i konsumenckiej [3, 4, 5, 6, 7]. Obecnie największą popularność w kraju zyskują elektryczne autobusy miejskie, co nie tylko jest zgodne z trendami światowymi, ale również wynika z potrzeby odciążenia ruchu w centrach miast oraz redukcji zanieczyszczenia środowiska w największych skupiskach ludzi. Z uwagi na wprowadzanie w miastach Europy ograniczenia poruszania się pojazdami o napędzie spalinowym, naturalne wydaje się być korzystanie z elektrycznych pojazdów dostawczych i komunalnych.

Według raportu IEA publiczne floty autobusowe oraz pojazdy komunalne (np. pojazdy do wywozu śmieci, pojazdy do czyszczenia ulic), które charakteryzują się regularnymi rozkładami jazdy oraz trasami, stanowią atrakcyjne pole do wdrożenia elektromobilności w miastach.

Streszczenie: W artykule autorzy prezentują charakterystyki mocy i momentu obrotowego silnika dedykowanego do elektrycznego pojazdu dostawczego o masie do 3,5 t. Zostały przedstawione modele kadłuba w trzech wariantach, różniących się układem chłodzenia oraz technologią wykonania. Została przeprowadzona analiza wydajności układów chłodzenia.

Słowa kluczowe: silnik z magnesami trwałymi, samochód elektryczny, napęd elektryczny, układ chłodzenia

ANALYSIS OF COOLING SYSTEM EFFICIENCY OF ELECTRIC MOTOR HOUSING FOR COMMERCIAL VEHICLE UP TO 3,5 T

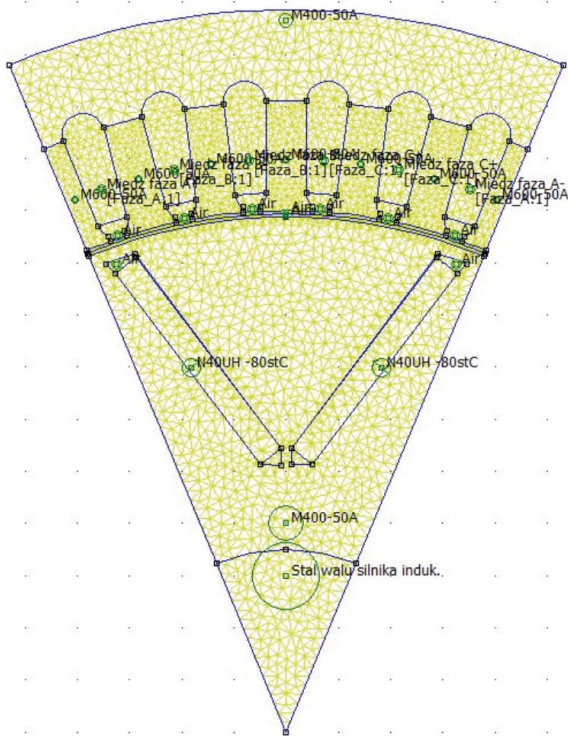
Abstract: In the article, the authors present power and torque characteristics of motor dedicated to an electric delivery vehicle with a weight of up to 3,5 tonnes. Hull models in three variants, differing in the cooling system and manufacturing technology have been presented. The performance analysis of cooling systems was carried out.

Keywords: permanent magnet motor, electric car, electric drive, cooling system

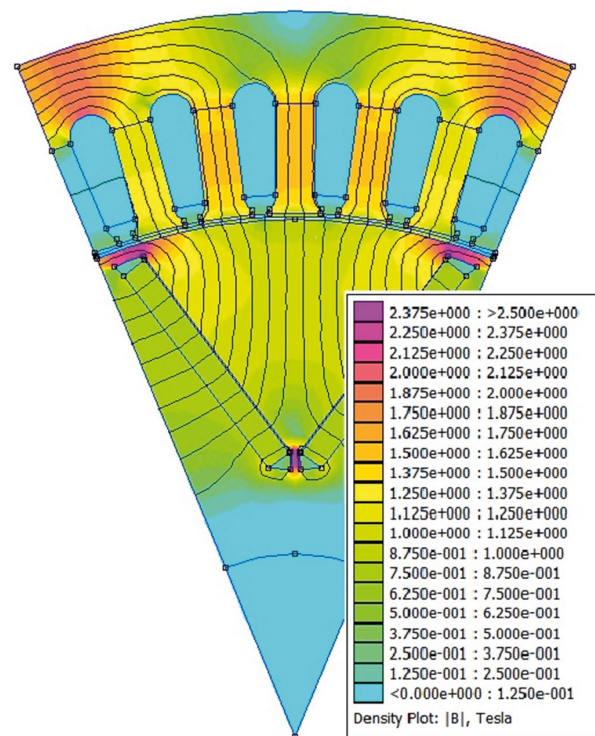
Jest to istotny aspekt ułatwiający wdrożenie autobusów elektrycznych w porównaniu do prywatnych samochodów elektrycznych, ponieważ daje możliwość rozwijania i planowania przez struktury państwowe i regionalne rozmieszczenia stacji ładowania zgodnie z zapotrzebowaniem komunikacji miejskiej. Podobną strategię można przyjąć przy planowaniu dostaw zaopatrzenia oraz tras pojazdów komunalnych.

Liczba pojazdów elektrycznych na polskich drogach rośnie wolniej w stosunku do krajów zachodnich, natomiast coraz więcej pojawia się przedsiębiorców zainteresowanych inwestowaniem w projekty związane z elektromobilnością. Polscy przedsiębiorcy są nastawieni głównie na rynek zachodnioeuropejski, przewidując również dynamiczny rozwój rynku w Polsce w niedalekiej przyszłości.

Institut KOMEL, w ramach odpowiedzi na zapytania sektora prywatnego w zakresie napędów do zastosowania właśnie w pojazdach o masie do 3,5 t, podjął prace projektowe mające na celu opracowanie napędu prototypowego.



Rys. 1. Model obliczeniowy obwodu elektromagnetycznego silnika do zastosowania w samochodzie dostawczym do 3,5 t



Rys. 2. Rozkład indukcji od magnesów w obwodzie elektromagnetycznym silnika do zastosowania w samochodzie dostawczym do 3,5 t

2. Parametry silnika

Projektowany silnik elektryczny jest silnikiem synchronicznym wzbudzonym magnesami trwałymi, z wirnikiem wewnętrznym IPM typu „V”. Chłodzenie silnika bazuje na zastosowaniu układu przepływu cieczy w kanałach zabudowanych w kadłubie.

Na rys. 1 przedstawiony został model obliczeniowy silnika metodą polowo-obwodową.

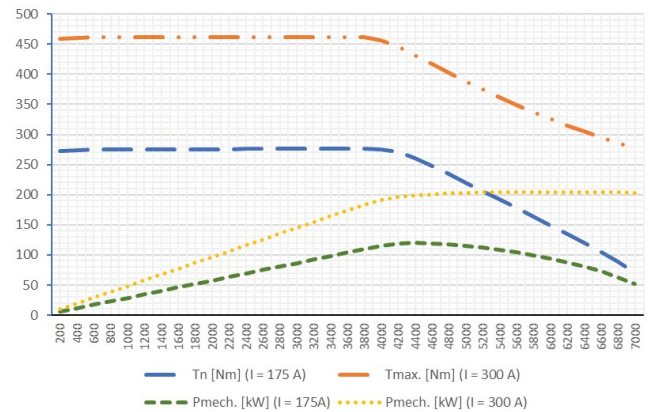
Na rys. 2 przedstawiono rozkład indukcji magnetycznej od magnesów wirnika.

Na rys. 3 przedstawione zostały obliczone charakterystyki momentu obrotowego i mocy dla znamionowego i maksymalnego prądu zasilania.

Obliczone parametry znamionowe silnika zostały przedstawione w tabeli 1.

3. Modele silnika

W celu walidacji technologiczności konstrukcji i kosztów wykonania opracowano cztery modele silnika różniące się kadłubem. Każdy model składa się ze stojana uzwojonego oraz kadłuba silnika z układem chłodzenia. Przyjęto układ, w którym ciecz chłodząca (glikol etylenowy) opływa ścianki kadłuba, zmniejszając temperaturę stojana. Istotnym kryterium przy projektowaniu kadłuba jest taki dobór układu chłodzenia, aby jego wydajność była jak najwyższa, na co ma wpływ między innymi wartość rezystancji cieplnej na styku podzespołów silnika uczestniczących w transferze ciepła, która powinna być jak najniższa. Zaprojektowano następujące modele kadłuba:



Rys. 3. Obliczone charakterystyki mocy mechanicznej oraz momentu obrotowego silnika prototypowego w funkcji prędkości obrotowej, dla prądu znamionowego $I_n = 175$ A oraz prądu maksymalnego $I_{max} = 300$ A

Tabela 1. Parametry znamionowe silnika

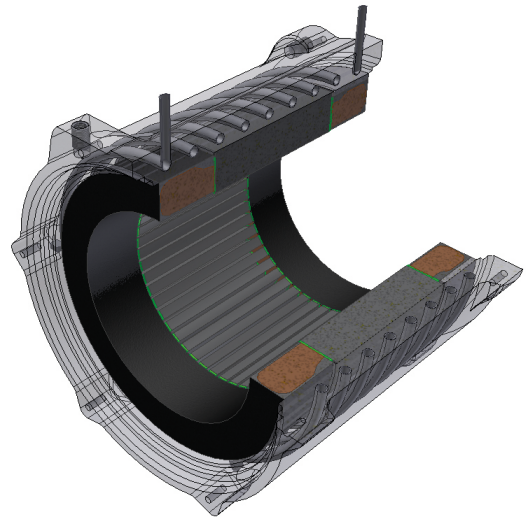
Parametr	Wartość
P_n	120 kW
U_{nDC} (po stronie baterii)	600 V
I_n	175 A
T_n (0–3800 obr./min)	270 Nm
I_{max}	300 A
T_{max}	460 Nm
η_{max}	95%
m	120 kg

- A. odlew aluminiowy z kanałem chłodzącym w postaci zwiniętej rurki ze stali nierdzewnej, zatopionej w materiale kadłuba (rys. 4);
- B. kadłub spawany z kanałem toczonym po linii śrubowej (rys. 5);
- C. kadłub spawany z kanałami szeregowymi, występującymi na całej długości kadłuba, równomiernie na obwodzie (rys. 6).

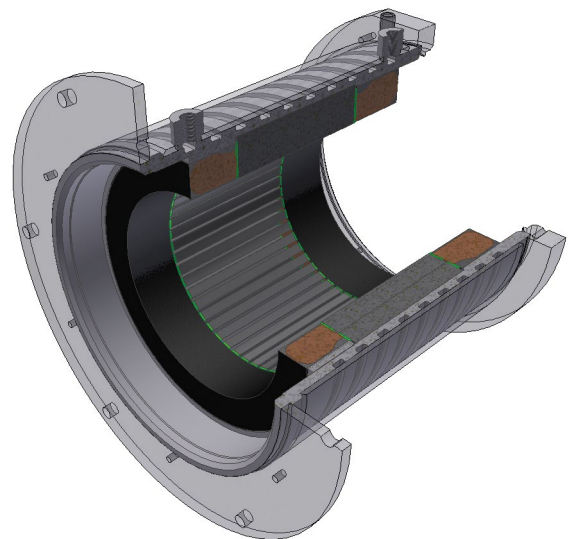
Modele A i B reprezentują ideowo identyczne układy chłodzenia, lecz różnią się technologią wykonania. Model spawany z kanałem toczonym (rys. 5) jest korzystniejszy – wyeliminowano rezystancję cieplną występującą na styku metalowej rurki z materiałem odlewu oraz pocieniono ściankę kadłuba.

Inną koncepcję reprezentuje model C, w którym wykonane są otwory przelotowe okrągłe, połączone szeregowo kanałami w tarczach zamykających. Taka konstrukcja pozwala na wyeliminowanie dodatkowych rezystancji cieplnych, jakie występują w modelu A i B (na styku metalowej rurki z odlewem lub na styku płaszcza zewnętrznego z rurą wewnętrzną kadłuba). Znacząco uproszczono technologię w stosunku do kadłuba odlewane. Na rynku znane są rozwiązania budowy kadłuba z profili aluminiowych wyciskanych, o kalibrowanym przekroju [8], natomiast na potrzeby prototypu wykonano własny model. Kadłub zoptymalizowano pod kątem ilości otworów w rurze kadłuba oraz wielkości przepływu cieczy chłodzącej. Istnieje taka graniczna ilość otworów oraz graniczny przepływ cieczy chłodzącej, że ich zwiększenie nie wpływa istotnie na wydajność układu chłodzenia, a zatem na sprawność całego silnika. Dodatkowym elementem wpływającym korzystnie na wydajność chłodzenia jest żywica epoksydowa termoprzewodząca, pośrednicząca między czołami uzwojenia a kadłubem. Żywicę uwzględniono w każdym z opisywanych modeli. Współczynnik przewodzenia ciepła dla stosowanej w KOMEL żywicy wynosi $\lambda = 1,3 \text{ W/mK}$ i jest to wartość 50-krotnie większa niż dla nieruchomego powietrza.

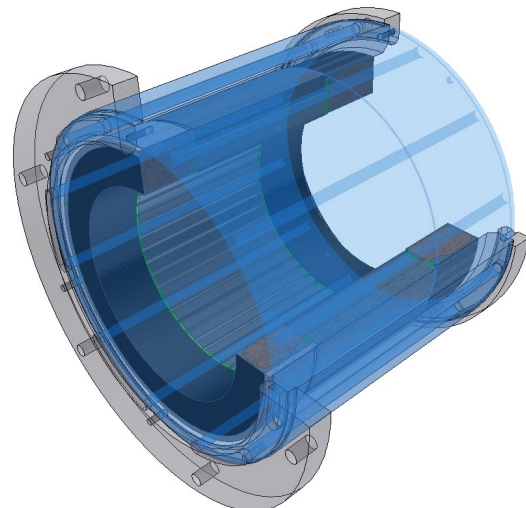
Dla modeli A, B, C wykonano symulacje mające na celu porównanie wydajności układu chłodzenia. Jako odniesienie przyjęto maksymalną temperaturę w stojanie występującą w stanie ustalonym. Najwyższe temperatury wstępują w uzwojeniu. Tworząc model do analizy, przyjęto pakiet blach (rdzeń) i uzwojenie jako objętościowe źródła ciepła. Suma mocy wymienionych źródeł jest wielkością strat w znamionowym punkcie pracy silnika, rozdzielonych stosownie na straty w miedzi i żelazie (z pominięciem wirnika). Uzyskane w symulacjach zakresy temperatur stojana nie opisują modelu rzeczywistego. Modele wykonano w pewnym stopniu uproszczenia tak, by możliwe było wykonanie symulacji bez nadmiernego użycia mocy obliczeniowej. Główne odstępstwo od modelu rzeczywistego polega na uproszczeniu modelu rdzenia stojana. Wskutek uproszczenia powierzchnia oddawania ciepła z uzwojenia do rdzenia, o określonej rezystancji zastępczej, zmniejszyła się 3,3-krotnie. Rzeczywiste temperatury w uzwojeniu będą wyższe. Należy mieć na uwadze, że przyjęte do obliczeń rezystancje, np. między rdzeniem stojana a kadłubem, są silnie zależne od warunków montażu – tolerancji wykonania i uzyskanych jakości powierzchni. W opisywanych modelach na drodze przepływu ciepła od źródła do cieczy chłodzącej wstępują cztery rezystancje [9]:



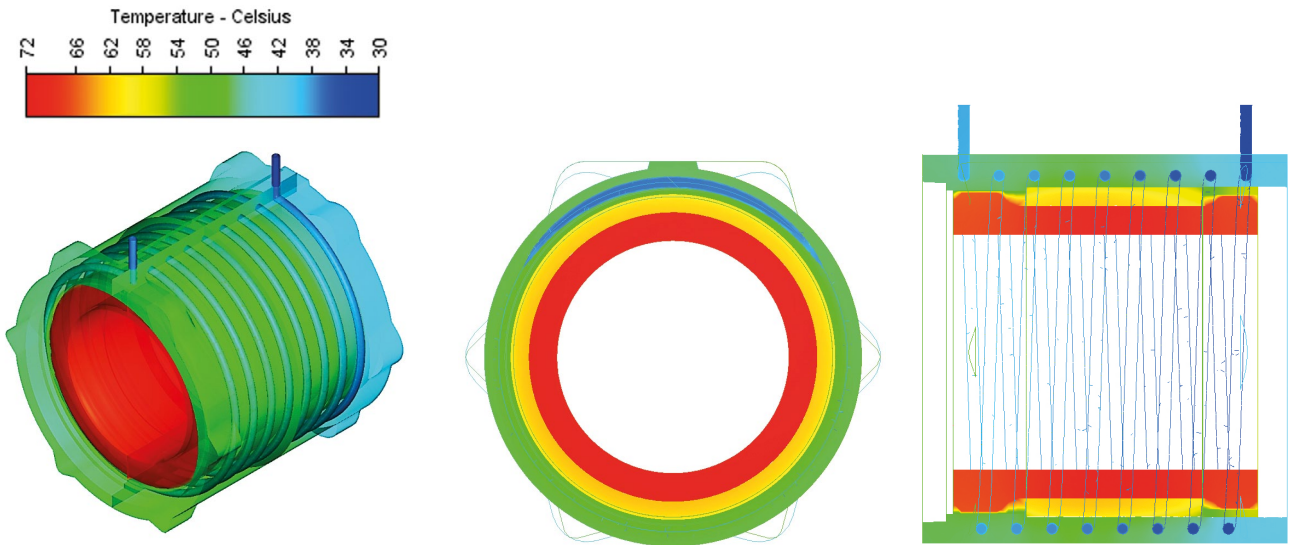
Rys. 4. Kadłub odlewany (A)



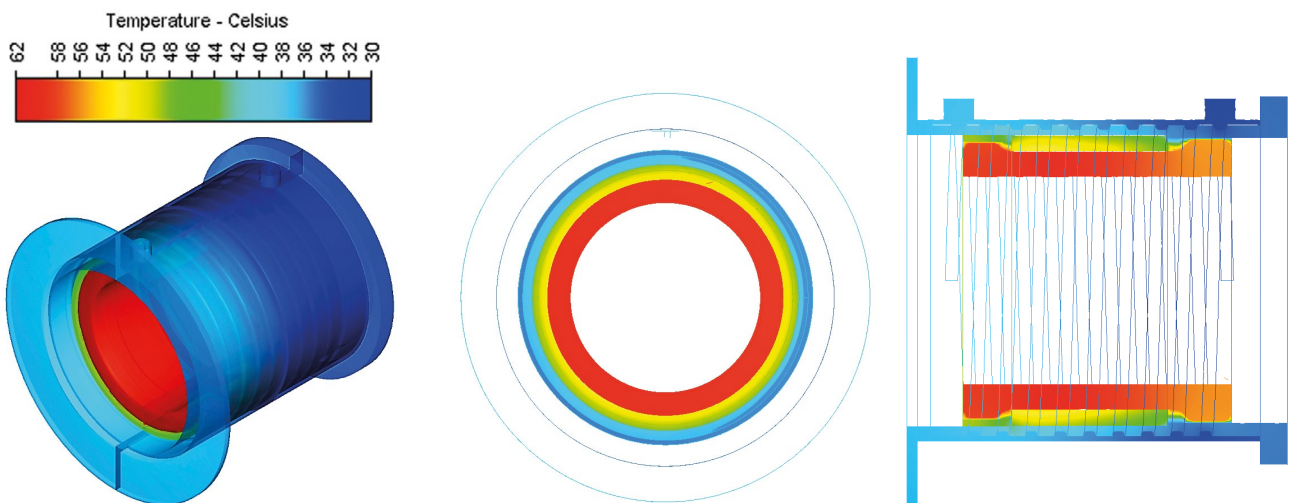
Rys. 5. Kadłub z kanałem toczonym po linii śrubowej (B)



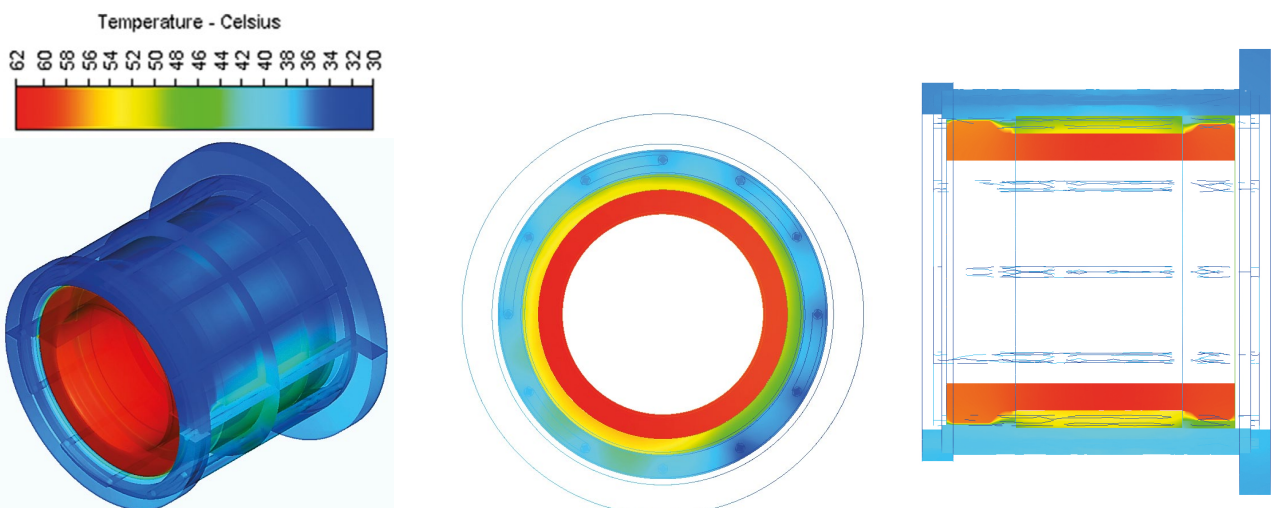
Rys. 6. Kadłub z kanałami szeregowymi (C)



Rys. 7. Rozkład temperatur stojana w kadłubie odlewanym (A)



Rys. 8. Rozkład temperatur stojana w kadłubie z kanałem toczonym po linii śrubowej (B)



Rys. 9. Rozkład temperatur stojana w kadłubie z kanałami szeregowymi (C)

- między zwojem z rurki nierdzewnej a materiałem odlewu $R_1 = 0,00055 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- między kadłubem a pakietem blach (rdzeniem) stojana $R_2 = 0,0004 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- zastępcza rezystancja cieplna izolacji żłobkowej, tj. między uzwojeniem a rdzeniem stojana $R_3 = 0,009 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- na styku elementów aluminiowych kadłuba $R_4 = 0,005 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Uzyskany rozkład temperatur w stanie ustalonym przedstawiono na rys. 7, 8, 9. Wyniki przedstawiono dla tej samej wielkości przepływu cieczy chłodzącej. Różnice między temperaturą cieczy chłodzącej na wlocie i wylocie oraz w rdzeniu stojana przedstawiono w tabeli 2, przy czym dla rdzenia przyjęto punkty o najwyższej i najniższej temperaturze. Najgorszy rezultat uzyskano dla stojana A. Najkorzystniej przedstawia się wariant B, a po nim C.

Tabela 2. Temperatury w stanie ustalonym obliczone dla punktu znamionowego pracy silnika

Punkt pomiaru	Temperatura [°C]		
	Stojan A	Stojan B	Stojan C
Wlot cieczy chłodzącej	30,0		
Wylocie cieczy chłodzącej	38,7	38,2	39,3
Najniższa temperatura w rdzeniu stojana	54,5	41,8	45,1
Najwyższa temperatura w rdzeniu stojana	60,5	51,3	54,1
Najniższa temperatura w uzwojeniu	64,5	56,9	57,8
Najwyższa temperatura w uzwojeniu	71,8	61,6	62,5

4. Podsumowanie

Światowe trendy w zakresie elektromobilności oraz zapytania przedsiębiorców skierowane do Instytutu KOMEL wskazują na wzrost zainteresowania silnikami do napędów pojazdów elektrycznych dedykowanych dla komunikacji miejskiej, sektora komunalnego oraz transportu detalicznego. Po autobusach elektrycznych największy przedmiot zainteresowania stanowią małe pojazdy dostawcze do 3,5 t.

W ramach odpowiedzi na potrzeby potencjalnych klientów Instytut KOMEL rozpoczął prace projektowe, mające na celu opracowanie silnika spełniającego potrzeby określone

w zapytaniach. Przedstawione w artykule charakterystyki momentu obrotowego zostały opracowane na podstawie szeregu zapytań o tę samą aplikację silnika.

Po zaprojektowaniu obwodu elektromagnetycznego opracowano trzy rozwiązania kadłubów o różnej technologii. Kadłub odlewany (A) jest rozwiązaniem najmniej korzystnym z punktu widzenia sprawności układu chłodzenia – na styku materiału kadłuba ze zwojem chłodnicy występuje dodatkowa rezystancja cieplna, niewystępująca w pozostałych modelach.

Na podstawie analizy wydajności układu chłodzenia silnika przyjęto dwa modele (B i C), które zostaną poddane dalszej analizie. Istnieje pole do poprawy wydajności chłodzenia poprzez zastosowanie radiatorów montowanych przy czołach uzwojenia w obszarze stojana o wyższej temperaturze, na co wskazują różnice temperatur pomiędzy czołami strony napędowej i przeciwnej. Zastosowanie dodatkowych radiatorów miałyby na celu zniwelowanie asymetrii cieplnej wskutek ograniczonej pojemności cieplnej chłodziwa.

Autorzy wybiorą jeden model do wykonania prototypu, co zaprezentują w kolejnych publikacjach.

Literatura

- [1] IEE global_ev_outlook_2018.
- [2] <https://www.iea.org/newsroom/news/2018/may/global-ev-pilot-city-programme-launched-at-clean-energy-ministerial.html>.
- [3] KRÓL E., BERNATT J.: *Optimum selection of electrical motor for urban bus drive*. International Conference on Advanced Automotive Technology (ICAT), July 5–7, 2018, Gwangju, Korea.
- [4] <http://e-bus.rafako.com.pl/>.
- [5] ROSSA R., BĘDKOWSKI B., BERNATT J., MEINICKE T.: *Badania eksploatacyjne miejskiego samochodu dostawczego z napędem elektrycznym e-Kit*. „Logistyka” 6/2014.
- [6] DUKALSKI P., BĘDKOWSKI B., WOLNIK T., JAREK T.: *Założenia projektu silnika do zabudowy w piaście koła samochodu elektrycznego*, „Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe” 6/2018.
- [7] DUKALSKI P., BĘDKOWSKI B., PARCZEWSKI K., WNĘK H., URBAŚ A., AUGUSTYNEK K.: *Dynamics of the vehicle rear suspension system with electric motors mounted in wheels*. „Eksploatacja i Niezawodność” Vol. 21, No. 1, 2019.
- [8] BAUSER M., SAUER G., SIEGER K.: *Extrusion: Second Edition*. ASM International Material Park, Ohio, 2006.
- [9] BĘDKOWSKI B.: *Praca doktorska: System doboru i oceny parametrów układów chłodzenia wybranych maszyn elektrycznych*. Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała 2015.

 Jacek Pytel

Piotr Dukalski

Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL

artykuł recenzowany

reklama



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



Utrzymanie ruchu w przemyśle. Wstęp. Cz. 2

Sławomir Szymaniec, Marek Kacperak

1. Rodzaje uszkodzeń i ich statystyka

Na podstawie długoletnich obserwacji w zakresie oceny przyczyn awarii maszyn wirujących w przemyśle krajowym można stwierdzić, że awaryjność silników w ostatnich latach wyraźnie się zmniejsza. Wynika to przede wszystkim z poprawy jakości eksploatacji, obsługi oraz diagnostyki silników, zastosowania coraz lepszych materiałów do ich produkcji, w tym w szczególności dobrych materiałów izolacyjnych, zastosowania coraz lepszych sprzęgieł, łożysk i smarów. Zmienia się statystyka przyczyn uszkodzeń silników WN. Zmniejsza się liczba uszkodzeń obwodów elektrycznego i magnetycznego silników, a relatywnie powiększa się liczba uszkodzeń typu mechanicznego – w szczególności łożysk tocznych. Występują również coraz częściej uszkodzenia typu luz w układach (np. wał – pakiet wirnika, łożyska – tarcza łożyskowa) oraz uszkodzenia konstrukcji wsporczej i fundamentu pod napędem. Z ekonomicznego punktu widzenia dla użytkowników silników WN najkosztowniejsze są uszkodzenia izolacji ich uzwojeń oraz poważne uszkodzenia fundamentów i konstrukcji wsporczych. Dane statystyczne awaryjności maszyn elektrycznych, w tym napędów z silnikami indukcyjnymi klatkowymi WN, w literaturze przedmiotowej są podawane bardzo rzadko. Zakłady przemysłowe bardzo niechętnie udostępniają swoje statystyki przyczyn awarii maszyn, liczby przestojów spowodowanych stanem technicznym maszyn, liczby zużytych łożysk, liczby remontów itd. Pewne informacje na powyższy temat można uzyskać na podstawie obserwacji działań firm ubezpieczeniowych, które „likwidują zaistniałą szkodę” w danym zakładzie.

W technicznym piśmiennictwie polskim na szczególną uwagę zasługują prace prof. Bronisława Draka [51, 52], prof. Tadeusza Glinki [76] oraz prof. Jakuba Bernatta i dr. Macieja Bernatta

[15], prezentowane między innymi w Zeszytach Problemowych KOMELU, w których omawiane są przyczyny awarii silników klatkowych WN w zakładach przemysłowych w kraju. Wymienieni autorzy podają również statystykę awaryjności tych silników. W książce [235] autorzy amerykańscy podają uogólnioną statystykę przyczyn awarii maszyn elektrycznych prowadzoną przez EPRI dla 7500 maszyn. Statystykę tę przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Statystyka uszkodzeń maszyn elektrycznych [235]

Przyczyna awarii	Procentowy udział [%]
Łożyska	41
Stojan	37
Wirnik	10
Osprzęt, wyposażenie dodatkowe i inne	12

Statystykę przedstawioną w tabeli 1 należy traktować jako uogólnioną statystykę uszkodzeń maszyn elektrycznych świata zachodniego. Od kilkudziesięciu lat, analizując szczegółowo przyczyny awarii i nieoczekiwanych, nieplanowanych postojów maszyn wirujących w przemyśle, w szczególności w krajowym przemyśle cementowym, na podstawie własnych doświadczeń i obserwacji autorzy ustalili następującą listę ich przyczyn:

- 1) zły stan łożysk, zwłaszcza tocznych;
- 2) przeciążanie maszyn, w tym silników;
- 3) niewyważenie, nieosiowość i luzy związane z ruchem wirnika;
- 4) stan fundamentów, konstrukcji wsporczych i mocowania, rezonanse;
- 5) uszkodzenia wyposażenia elektrycznego i izolacji uzwojeń silników;
- 6) uszkodzenia głowic i rozruszników w silnikach pierścieniowych oraz uzwojeń wirników w silnikach klatkowych.

Listę podano w kolejności od przyczyn najczęściej występujących do tych, które

występują najrzadziej dla ogółu krajowych cementowni.

W 2006 roku w jednej z małych opolskich cementowni, w cementowni „ODRA” SA, najstarszej cementowni w Polsce, odnotowano wysoką awaryjność układów technologicznych [114]:

- nitka wpału klinkieru – awaryjne postoje 14 dni/rok (straty to 100 tys. zł/dobę, razem straty 1,4 mln zł);
- młyny cementu – awaryjne postoje 28 dni/rok (straty 24 tys. zł/dobę, razem 670 tys. zł).

Duża awaryjność układów technologicznych była powodowana wieloma czynnikami występującymi w układach napędowych. Poprawa zdolności ruchowej urządzeń wymagała podejścia kompleksowego do zagadnienia. Określenie przyczyn występowania awarii ukierunkowało podjęcie działań naprawczych.

Stwierdzono, że awaryjne postoje były spowodowane:

- awariami wyłączników mocy 6 kV;
- złym działaniem zabezpieczeń pól 6 kV (odpływowych);
- niekontrolowanymi rozruchami silników;
- złym stanem technicznym rozruszników silników pierścieniowych;
- stosowaniem sztywnych sprzęgieł;
- złym stanem technicznym ram i fundamentów silników;
- trwałym przeciążeniem silników.

Podjęte działania modernizacyjne oraz wprowadzenie systemu diagnostycznego [115, 116] doprowadziły do poprawy zdolności ruchowej urządzeń technologicznych i zmniejszyły koszty produkcji. W 2011 roku osiągnięto znaczne ograniczenie postojów awaryjnych spowodowanych niesprawnością maszyn elektrycznych, dla przykładu [115, 116]:

- nitka wpału klinkieru – awaryjne postoje 0 dni;
- młyny cementu – awaryjne postoje 3 dni (awaria układu rozruchowego silnika synchronicznego).

Dodatkową zaletą wprowadzonych zmian było zmniejszenie rozmiarów

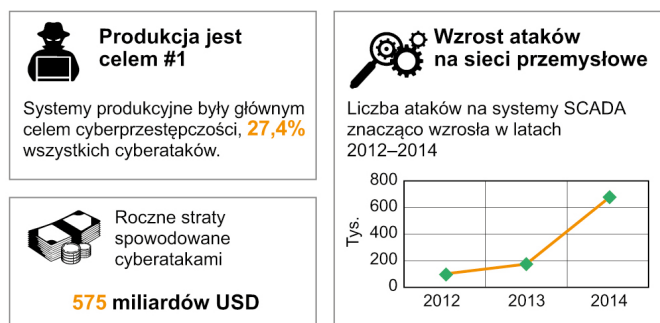
i skutków awarii mechanicznych. Ten efekt uzyskano przez wczesną detekcję rozwijających się uszkodzeń. Wprowadzenie monitoringu parametrów i diagnostyki układów napędowych wymusiło podniesienie jakości wykonywanych remontów.

Po transformacji polskiej gospodarki w system wolnorynkowy podstawowym kryterium działalności przedsiębiorstwa jest konkurencyjność na rynku. Dla uzyskania konkurencyjności konieczne jest poszukiwanie rejonów działalności przedsiębiorstwa, w których można zmniejszyć koszty produkcji. Zmniejszenie liczby awarii i ograniczenie ich skutków jest jednym z nich. Podjęte działania modernizacyjne w cementowni „ODRA” SA wpisały się w główny nurt przeobrażeń polskiej gospodarki i przemysłu.

Wyposażenie techniczne Cementowni „ODRA” SA po zmianach modernizacyjnych przedstawiono zbiorczo w tabeli 2.

2. Cyberbezpieczeństwo w zakładzie przemysłowym

Większość użytkowników komputerów cyberbezpieczeństwo w sposób naturalny kojarzy jedynie z potrzebą zainstalowania w swoim osobistym i służbowym komputerze, tablecie i ewentualnie w telefonie komórkowym skutecznego oprogramowania antywirusowego. Nie zdają sobie sprawy z tego, że we wszystkich dziedzinach działalności człowieka, w życiu gospodarczym (przemysle, energetyce itd.) i w życiu codziennym, wszechobecne są systemy informatyczne, które należy chronić przed cyberatakami, rys. 1 [1, 12, 88, 144, 146, 151, 161, 162, 163, 175, 249, 250, 292, 323].



Rys. 1. Świat cyberataków – trendy [162]

2.1. Uwagi ogólne

Postęp w dziedzinie cyfryzacji, rozwój technologii informatycznych, Internet Rzeczy, sztuczna inteligencja, systemy CPS, duże zbiory danych globalnie tworzą świat nowych technologii, niosący nowe, dotychczas nieznanne zagrożenia cybernetyczne [1, 12, 88, 144, 146, 151, 161, 162, 163, 175, 249, 250, 292, 323]. Dotychczasowe tradycyjne zagrożenia cywilizacyjno-techniczne (np. toksyczne, radiacyjne, medyczne) są stosunkowo dobrze rozpoznane. Prace nad zagrożeniami cybernetycznymi w kraju są stosunkowo skromne, bardzo wycinkowe, niepopularyzowane, a wręcz nieznanne szerokiej ogółowi użytkowników komputerów, w tym inżynierom i studentom. Nieznane jest również szerokiej ogółowi prawodawstwo krajowe i unijne poświęcone temu zagadnieniu.

Według niektórych ekspertów [175] w Polsce nie podjęto dotychczas działań na poziomie państwowym, aby uregulować

Tabela 2. Wykaz maszyn i urządzeń w cementowni „ODRA” SA

L.p.	Nazwa i rodzaj urządzenia i maszyny	Liczba urządzeń
1	Piec obrotowy do wypału klinkieru	1
2	Układ młynowy surowca	1
3	Układ młynowy węgla	1
4	Młyny cementu	7
5	Młyn żuźla	1
6	Kompresory śrubowe pow. 40 m ³ /min	6
7	Kompresory śrubowe pow. 15 m ³ /min	8
8	Pompy wody technologicznej pow. 50 kW	6
9	Łamacz kamienia wapiennego	2
10	Układ automatycznego pakowania i paletyzowania worków	3
11	Terminal automatycznego załadunku samochodów cystern cementu	1
12	Pompy Fulera transportu cementu	5
13	Silniki 6 kV	14
14	Silniki 400 V i 690 V	359
15	Rozruszniki wodne do silników 6 kV	5
16	Rozruszniki odporowe (taśma fechtarowa) do silników 6 kV	6
17	Układ wyważania dynamicznego wentylatora 1000 kVA	1
18	Pomiar online wzn izolacji silników 6 kV	3
19	Pomiar online drgań względnych wirnika silnika 6 kV	2
20	Pomiar online drgań bezwzględnych układu napędowego	10
21	Falownik chłodzony cieczą 1200 kVA	1
22	Falowniki powyżej 1000 kVA	4
23	Falowniki od 400 do 1000 kVA	5
24	Falowniki od 100 do 400 kVA	12
25	Falowniki od 15 do 100 kVA	48
26	Falowniki do 15 kVA	67
27	Kompresory sprężonego powietrza	34
28	Przekładnie	265
29	Wentylatory powyżej 400 kW	5
30	Wentylatory od 100 kW do 400 kW	12
31	Wentylatory poniżej 100 kW	30
32	Dmuchawy	14

rosnące zagrożenia cyberatakami na instalacje przemysłowe. Nie ma ośrodka koordynującego przeciwdziałanie takim zagrożeniom [175]. Takich działań nie podjęły również organizacje przemysłowe. Niski priorytet cyberbezpieczeństwa w przemyśle wynika z braku poczucia realnego zagrożenia [175].

Cyberbezpieczeństwo w ocenie autorów monografii w kraju jest niedoceniane i bardzo często mamy do czynienia z poglądem, że stanowi zbędne obciążenie w strukturze wydatków w zakładzie przemysłowym, banku czy w biurze projektowym. Według firmy COMARCH (Raport NERC z 2007 r.) [88] zagrożenia w zakresie cyberbezpieczeństwa w zakładzie przemysłowym, banku czy w biurze projektowym wynikają głównie z powodu:

- 1) nieodpowiedniej polityki bezpieczeństwa, nieodpowiednich procedur, złej kultury pracy;
- 2) braku wielu niezależnych warstw zabezpieczeń (ang. *defence in depth*);
- 3) udostępnienia zdalnego dostępu bez odpowiedniej kontroli;
- 4) złego zarządzania systemami administracyjnymi;
- 5) źle zabezpieczonej komunikacji bezprzewodowej;
- 6) braku dedykowanego kanału komunikacji dla sieci przemysłowych lub używania tego kanału do innych celów;
- 7) braku odpowiednich narzędzi do monitoringu sieci i wykrywania anomalii;
- 8) istnienia nieautoryzowanych aplikacji i urządzeń w sieci przemysłowej;
- 9) braku mechanizmów uwierzytelniania przesyłanych danych;
- 10) źle zaprojektowanej lub źle zarządzanej infrastruktury krytycznej.

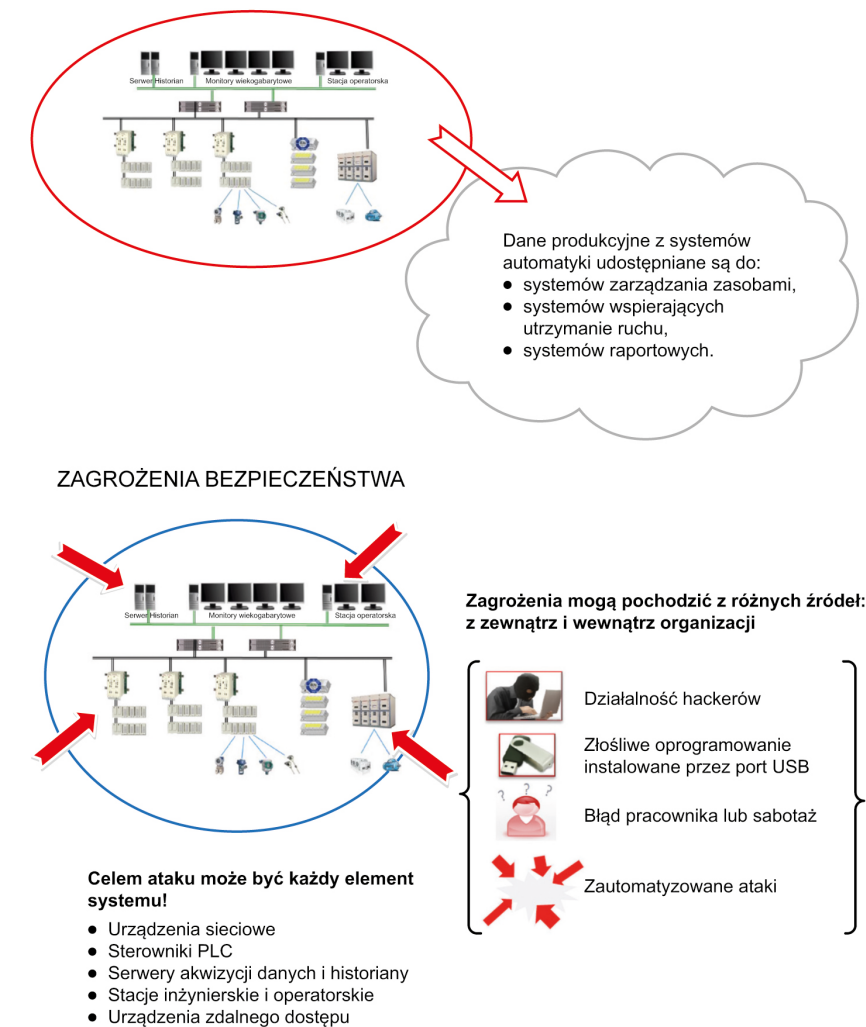
2.2. Systemy sterowania i automatyki

W ciągu ostatnich ok. 10–20 lat w wielu zakładach przemysłowych systemy sterowania i automatyki przeszły z dedykowanego sprzętu i oprogramowania na powszechnie dostępne i użytkowane również w innych celach [162]. Dawniej były:

- dedykowany sprzęt komputerowy;
- dedykowane systemy operacyjne, np. QNX, DEC Unix, Open VMS;
- głównie połączenia „po drutach” lub połączenia szeregowo, bezpośrednio. Obecnie są używane:
- uniwersalne serwery klasy PC;
- uniwersalne systemy operacyjne, np. Windows lub Linux;
- otwarte protokoły komunikacyjne.

Należy stwierdzić, że systemy sterowania i automatyki są narażone na podobne zewnętrzne zagrożenia jak inne systemy i komputery pracujące np. w sieciach biurowych, rys. 2 [162].

Systemy sterowania i automatyki we wszystkich zakładach przemysłowych, w tym w cementowniach, są coraz ściślej zintegrowane z systemami korporacyjnymi. Większa integracja to z jednej strony szereg korzyści, z drugiej powstawanie zagrożeń wynikających z łączenia dwóch odrębnych podsieci



Rys. 2. Świat cyberataków w sterowaniu i automatyce [162]

(przemysłowej i biurowej), rys. 2 [162].

W początkowym okresie użytkowania komputerów, przy niewielkiej liczbie komputerów podłączonych do sieci, cyberbezpieczeństwo zapewniały przyjęte przez ludzi zasady używania komputerów, systemy operacyjne i oprogramowanie. Było to możliwe głównie dzięki ograniczonej liczbie profesjonalnych i wysoce odpowiedzialnych użytkowników. Z upływem czasu liczba użytkowników lawinowo rośnie, codziennie do Internetu podłączane są miliony nowych użytkowników. Model odpowiedzialnego użytkownika i samo-kontroli stał się niewystarczający [1]. Początkowo cyberprzestępcami byli początkujący, niedoświadczeni hakerzy, dla których celem było uzyskanie nieuprawnionego dostępu do komputera, podmiana strony internetowej itp.

Współcześnie są to zmasowane udane ataki na instytucje państwowe, banki, organizacje gospodarcze, fabryki, elektrownie, systemy energetyczne, szpitale czy obiekty militarne, wykonywane najczęściej przez „zawodowców”. Poważne ataki hakerskie stały się normą.

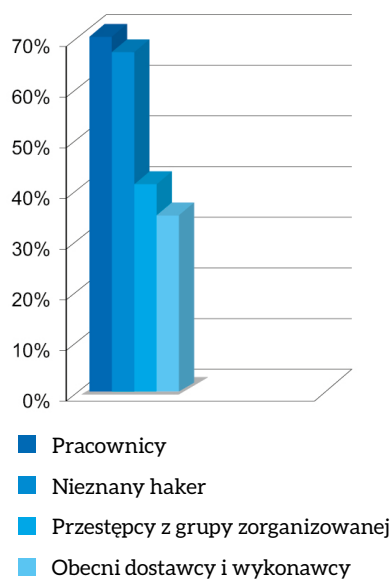
W 2015 roku, wg danych PZU, za cyberataki w Polsce byli odpowiedzialni przede wszystkim pracownicy danej firmy (rys. 3) [145].

Celem ataku jest najczęściej produkcja w zakładzie przemysłowym lub w energetyce [162].

Cyberprzestępcy realizują swoje zadanie przez:

- wykradanie bądź zmodyfikowanie wrażliwych danych;
- sabotaż sieci bądź instalacji.

Możliwe konsekwencje cyberataków [292] to:



Rys. 3. Struktura cyberataków w kraju w 2015 r. [144]

- brak dostępu do systemu produkcyjnego;
- utrata wydajności systemu;
- manipulacja / utrata / kradzież danych;
- utrata kontroli nad produkcją;
- zatrzymanie produkcji/maszyn;
- katastrofa ekologiczna;
- ryzyko śmierci i poważnych obrażeń pracowników;
- straty finansowe;
- nadszarpnięty wizerunek firmy.

Cyberbezpieczeństwo zawsze będzie zależało od najsłabszego węzła bądź ognia systemu. Profesjonalni użytkownicy komputerów wiedzą, że cyberbezpieczeństwo jest podstawą funkcjonowania na co dzień. Jak twierdzi Przemysław Kania, Dyrektor Generalny CISCO: *w walce z cyberprzestępczością zawsze będziemy ten jeden krok za hakerami, to ciągła pogoń i doskonalenie naszych systemów przeciwdziałania. Im większa współpraca na poziomie korporacji i państw, tym bliżsi jesteśmy zwycięstwa* [324].

Potencjalne konsekwencje ataku cybernetycznego na zakład przemysłowy są najczęściej następujące:

- wyłączenie instalacji (prostsze do przeprowadzenia);
- zniszczenie instalacji albo spowodowanie znaczących strat materialnych.

Ataki cybernetyczne dotyczą coraz niższej warstwy struktury zakładu, obiektu,

biura. Są coraz trudniejsze do wykrycia i jest ich z dnia na dzień coraz więcej.

2.3. Przykłady ataków cybernetycznych

Oto kilka przykładów ataków cybernetycznych [1, 12, 88, 144, 146, 151, 161, 162, 163, 175, 249, 250, 292, 323]:

- 2003 – atak na elektrownię atomową w Ohio (USA) i przewoźnika kolejowego CSX Corporation;
- 2004 – atak na British Airways, Railcorp, Delta Airlines;
- 2009 – atak na koncerny petrochemiczne Shell, Exxon, BP;
- 2009–2010 – wirus *Stuxnet* w obiektach nuklearnych w Iranie, który ponad rok skutecznie uszkadzał wirówki do produkcji paliwa jądrowego w zakładach wzbogacania uranu w Natanz; atak nastąpił przy wykorzystaniu zainfekowanej pamięci podręcznej USB, a dotyczył programowalnych sterowników logicznych PLC, a na przeszkodzie nie stanęły ani specjalistyczne oprogramowanie, ani brak połączenia z Internetem [1];
- 10 kwietnia 2014 roku amerykański niszczyciel Donald Cook przyplłynął na Morze Czarne. Dnia 12 kwietnia przelatywał nad nim rosyjski bombowiec Su-24, nie posiadając ani bomb, ani rakiet, tylko elektroniczny przyrząd wojenny – gondolę zamontowaną pod kadłubem, która według rosyjskiego czasopisma „Rossijskaya Gazeta” zawierała elektroniczny przyrząd wojenny. Podczas fazy zbliżania się przyrząd ten miał zneutralizować wszystkie radary niszczyciela Donald Cook, urządzenia kontrolne, systemy informacyjne itp. Niszczyciel USA był wyposażony w system ostatniej generacji Aegis, który zapewnia łączność między systemami obrony przeciwrakietowej wszystkich okrętów, na których jest zainstalowany (w ten sposób tworzy się sieć, która gwarantuje wychwytywanie, ściganie i zniszczenie setek celów w tym samym czasie). Innymi słowy, ten wszechpotężny system, współcześnie używany i montowany na okrętach wojennych NATO w celach obronnych, został wyłączony jak telewizor pilotem. Donald Cook jest niszczycielem z wyrzutniami rakiet czwartej

generacji, którego podstawową bronią jest rakiet samosterująca Tomahawk z zasięgiem 2,5 tys. km, mogąca przenosić głowice nuklearne. W ramach rutynowej misji USS Donald Cook ma na pokładzie 56 rakiet Tomahawk, a w konfiguracji ofensywnej – 96. Donald Cook jest również wyposażony w cztery duże radary, których wydajność można porównać z mocą wielu stacji radarowych. W celach obronnych ma on jeszcze 50 rakiet przeciwlotniczych różnych typów. Ministerstwo Spraw Zagranicznych USA przyznało, że załoga niszczyciela Donalda Cooka była mocno zdemoralizowana po ataku cybernetycznym wykonanym przez rosyjski bombowiec Su-24 [323];

- 2014 – atak na huty stali w Niemczech;
- 2015 – wirus BlackEnergy przejął kontrolę nad systemami automatycznego sterowania lokalnymi sieciami energetycznymi w zachodniej Ukrainie [1];
- cyberatak na sektor energetyczny Ukrainy [151]: 23 grudnia 2015 roku o 15:30 operator w centrum sterowania zauważył podejrzane zachowanie się systemu operacyjnego. Intruzi, działając zdalnie, doprowadzając do wyłączenia na 3 godziny stacji elektroenergetycznych: 7–110 kV i 23–35 kV. Atak na trzech dystrybutorów powoduje brak dostaw energii elektrycznej dla ponad 200 000 odbiorców (zdarzały się szacunki mówiące o 1 milio- nie klientów);
- 10 listopada 2017 roku została zaatakowana strona internetowa lotniska w Modlinie [250];
- w marcu 2018 roku zaatakowano serwery Teatru Współczesnego w Warszawie – w cyberataku przejęto plany widowni na spektakle grane od 21 marca do 6 maja [250];
- 20 marca 2018 roku nastąpił groźny cyberatak na polskie banki – w zamiarze atakujących było przejęcie prawdziwych loginów i haseł, a następnie wyprowadzenie pieniędzy z kont ich właścicieli [250].

2.4. Krajowe uregulowania prawne

Regulacje prawne w zakresie cyberbezpieczeństwa w naszym kraju współcześnie są określone w dokumentach [33, 163]:

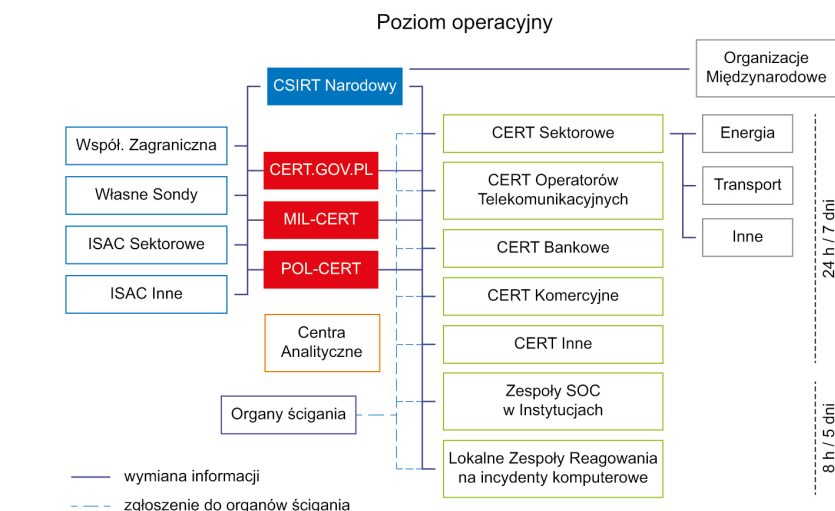
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1148 z dn. 6 lipca 2016 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych na terytorium Unii;
- Uchwała nr 52/2017 Rady Ministrów z dnia 27 kwietnia 2017 r. w sprawie Krajowych Ram Polityki Cyberbezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej na lata 2017–2022;
- Ustawa z dnia 5 lipca 2018 r. o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa, Dz.U. z dn. 13 sierpnia 2018, poz. 1560. Ustawa z dnia 5 lipca 2018 r. o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa ma następujące cele:

- organizacja systemu cyberbezpieczeństwa na poziomie krajowym;
- ustanowienie obowiązków podmiotów zobowiązanych;
- określenie zasad nadzoru i kontroli;
- określenie zakresu Strategii Cyberbezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej. Krajowy system cyberbezpieczeństwa (rys. 4) [163] ma na celu zapewnienie cyberbezpieczeństwa na poziomie krajowym, w tym:

- niezakłócone świadczenie usług kluczowych i usług cyfrowych;
- osiągnięcie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa systemów informatycznych służących do świadczenia tych usług;
- obsługę incydentów.

W ustawie zdefiniowano następujące pojęcia:

- usługa kluczowa – usługa o kluczowym znaczeniu dla utrzymania krytycznej działalności społecznej lub gospodarczej, wymieniona w wykazie usług kluczowych;
- operator usługi kluczowej – podmiot z sektora energetyki (w tym m.in. podsektorów energii elektrycznej, ropy, gazu, wydobywania kopalin, ciepła), transportu, bankowości, infrastruktury rynków finansowych, służby zdrowia, zaopatrzenia w wodę pitną, infrastruktury cyfrowej, w stosunku do którego została wydana decyzja o uznaniu za operatora usługi kluczowej;
- dostawca usługi cyfrowej – podmiot świadczący usługę przetwarzania w chmurze, wyszukiwarki internetowej oraz internetowej platformy handlowej;



Rys. 4. Organizacja systemu cyberbezpieczeństwa w kraju [163]

- cyberbezpieczeństwo – odporność systemów informatycznych na działania naruszające dostępność, autentyczność, integralność i poufność przetwarzanych danych lub związanych z nimi usług oferowanych przez te systemy informacyjne;
- incydent – zdarzenie, które ma lub może mieć niekorzystny wpływ na cyberbezpieczeństwo;
- incydent poważny – incydent, który powoduje lub może spowodować poważne obniżenie jakości świadczonej usługi kluczowej lub przerwanie ciągłości świadczenia usługi kluczowej;
- incydent krytyczny – incydent skutkujący znaczną szkodą dla bezpieczeństwa lub porządku publicznego, interesów międzynarodowych, interesów gospodarczych, działania instytucji publicznych, praw i wolności obywatelskich lub życia i zdrowia ludzi, klasyfikowany przez właściwy CSIRT MON, CSIRT NASK lub CSIRT GOV;
- incydent w podmiocie publicznym – incydent, który powoduje lub może spowodować obniżenie jakości lub przerwanie realizacji zadania publicznego realizowanego przez podmiot publiczny;
- CSIRT – zespół reagowania na incydenty poziomu krajowego;
- obsługa incydentu – czynności umożliwiające wykrywanie, rejestrowanie, analizowanie, klasyfikowanie, priorytetyzację, podejmowanie działań naprawczych i ograniczenie skutków incydentu.

Dobrymi praktykami w przeciwdziałaniu cyberatakam są następujące czynności i techniczne przedsięwzięcia [292]:

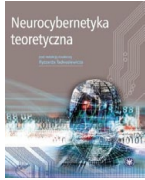
- zabezpieczenie komputerów i sterowników przed szkodliwym oprogramowaniem, nieuprawnionym dostępem, sabotażem, szpiegostwem i manipulacją;
- stosowanie bezpiecznej komunikacji w sytuacji globalnego wykorzystania maszyn;
- wykorzystanie komunikacji zdalnej w celu uniknięcia drogiej wizyty serwisowych;
- systematyczne diagnozowanie systemu zabezpieczeń przed cyberatakami, aktualizacja zabezpieczeń.

W jaki sposób można zatem praktycznie zapewnić cyberbezpieczeństwo w firmie, na przykład w cementowni? Najlepszym rozwiązaniem jest skorzystanie z usług specjalistycznej firmy informatycznej mającej doświadczenie w tej dziedzinie. Wyboru można dokonać, chociażby uczestnicząc w specjalistycznych konferencjach [1, 12, 88, 144, 146, 151, 161, 162, 163, 175, 249, 250, 292, 323]. Zagadnienia o wadze strategicznej (usługa kluczowa) można skonsultować z Ministerstwem Cyfryzacji RP. ■

Bibliografia dostępna pod linkiem: nis.com.pl/bibliografia.html

Fragment pochodzi z książki: *Utrzymanie ruchu w przemyśle*, Sławomir Szymaniec, Marek Kacperak, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021

BIBLIOTEKA



Ryszard Tadeusiewicz

Neurocybernetyka teoretyczna

Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego

Wydanie: 1, 2014

Podręcznik akademicki dostarczający studentom i doktorantom wielu kierunków studiów – takich jak medycyna, biologia, biofizyka, biochemia, farmakologia, psychologia, filozofia, biocybernetyka, kognitywistyka, inżynieria biomedyczna, informatyka, automatyka, robotyka, mechatronika czy bionika – podstaw naukowych dla korzystania z neurocybernetyki przy opisach i analizach systemów biologicznych lub opartych na biologicznej inspiracji systemów technicznych. Teksty zawarte w książce są prezentowane w rozszerzonej postaci na dołączonym do niej dysku CD, którego uruchomienie pozwala na błyskawiczne dotarcie do wiodących w świecie ośrodków prowadzących badania w tej dziedzinie. Zespół autorów pod kierunkiem wybitnego znawcy tej problematyki oraz autora licznych publikacji poświęconych podobnym zagadnieniom, profesora Ryszarda Tadeusiewicza z Laboratorium Biocybernetyki AGH w Krakowie, członka prezydium Polskiej Akademii Nauk, przedstawia rozmaite obszary neurocybernetyki. Omawiane są tutaj podstawy anatomii oraz liczne modele rzeczywistego układu nerwowego na różnych poziomach funkcjonowania – od neuronów i łączących je synaps po kompletny ludzki mózg – a także zastosowania narzędzi neurocybernetycznych w diagnostyce medycznej i rozwiązaniach inżynierskich. Książkę zamyka obszerna prezentacja opracowanych obecnie systemów sztucznej inteligencji, pozwalających m.in. na konstruowanie wirtualnych postaci, zwanych awatarami.



Grzegorz Błażewicz

Rewolucja z Marketing Automation. Jak wykorzystać potencjał Big Data

Wydawnictwo Naukowe PWN

Wydanie: 1, 2020

Trwająca od kilkunastu lat rewolucja technologiczna, ogromna penetracja internetu, a także technologie mobilne stworzyły zupełnie nowego konsumenta. Konsumenta, który oprócz tego, że zmienił swój sposób podejmowania decyzji zakupowych, pozostawia po sobie tysiące śladów na stronach internetowych, w aplikacjach mobilnych, mapach oraz w systemach transakcyjnych. Nowy konsument i dane, które można o nim gromadzić, przeddefiniowały również rolę marketingu i postawiły przed współczesnymi marketerami niezwykle wyzwania, których opisanie wymaga nie tylko odpowiednich narzędzi technologicznych, ale również nowego rodzaju wiedzy.

Książka przeprowadza czytelnika przez innowacyjną technologię marketingu online, opartego na:

- zbieraniu i przetwarzaniu dużej ilości danych nt. użytkowników;
- dostarczaniu spersonalizowanych wiadomości we wszystkich kanałach w czasie rzeczywistym;
- automatyzacji procesów;
- usprawnianiu komunikacji między działami marketingu i sprzedaży.

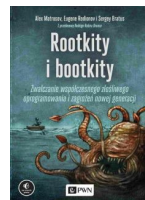
Co wyróżnia książkę?

Case studies: publikacja ilustrowana przykładami wdrożenia poszczególnych rozwiązań w funkcjonujących na naszym rynku przedsiębiorstwach.

Aktualna i atrakcyjna tematyka: rynek Marketing Automation rozwija się bardzo dynamicznie – zarówno w Polsce, jak i na świecie. Obecnie już 142 700 firm korzysta z tych rozwiązań, a wartość rynku wynosi 1,6 miliarda dolarów.

Praktyczny charakter: bogata w przykłady zastosowań oraz ilustracje działania systemu, stanie się przydatnym kompendium dla marketerów szukających przewodnika po technologiach Marketing Automation.

Odpowiednia zarówno dla początkujących, jak i zaawansowanych: stopniowo buduje wiedzę o Marketing Automation: od podstaw po rozwiązania zaawansowane i nowatorskie.



Bratus Sergey, Matrosov Alex, Rodionov Eugene Rootkity i bootkity. Zwalczanie współczesnego złośliwego oprogramowania i zagrożeń nowej generacji

Wydawnictwo Naukowe PWN

Wydanie: 1, 2020

Książka *Rootkity i bootkity* pomaga zrozumieć i przeciwdziałać wyrafinowanym, zaawansowanym zagrożeniom, zagrzebanym głęboko w procesie rozruchowym maszyny albo w oprogramowaniu układowym UEFI.

Z pomocą rozlicznych studiów przypadków i profesjonalnych badań trzech spośród wiodących światowych ekspertów do spraw zabezpieczeń prześledzimy rozwój złośliwego oprogramowania, od rootkitów takich jak TDL3, aż po dzisiejsze implanty UEFI. Zbadamy, jak dokonują infekcji systemu, przeżywają restart systemu i unikają oprogramowania zabezpieczającego

Cyberprzestępcze syndykaty i inni podstępni aktorzy nadal będą pisać jeszcze bardziej trwale i skryte ataki, ale jeszcze nie przegraliśmy. Poznajmy najnowocześniejsze techniki analizy złośliwego oprogramowania dzięki książce *Rootkity i bootkity*.

TEMATYKA

napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny

Nr 4 (264)
Rok XXIII
Kwiecień 2021

- **Bezpieczeństwo w przemyśle**
- Hydraulika w technice mobilnej
- Sterowanie procesami
- Efektywność energetyczna
- Systemy transportowe
- Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych
- Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji
- Przesył energii
- Cyberbezpieczeństwo



Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na www.nis.com.pl
Kontakt: e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; tel. 32 755 19 17

1/2021 (261)

2/2021 (262)

3/2021 (263)

4/2021 (264)

5/2021 (265)

6/2021 (266)

7-8/2021 (267-268)

9/2021 (269)

10/2021 (270)

11/2021 (271)

12/2021 (272)

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 118,80 zł (w tym 8% VAT).

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel./fax: 32 755 15 74.

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

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

lub za pośrednictwem:

- RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22 693 70 00 (godz. 7⁰⁰–17⁰⁰)
www.prenumerata.ruch.com.pl, prenumerata@ruch.com.pl;
- GARMOND PRESS SA, tel./fax 12 412 75 60;
- Kolporter spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k.,
www.kolporter.com.pl, tel. 41 367 88 88.



- ◀ Aparatura kontrolno-pomiarowa
- ◀ Automatyka przemysłowa
- ◀ CAD/CAM/CAE
- ◀ Elementy i systemy hydrauliczne
- ◀ Elementy i systemy pneumatyczne
- ◀ Energoelektronika
- ◀ Napędy
- ◀ Oleje przemysłowe
- ◀ Oprogramowanie
- ◀ Robotyka
- ◀ Systemy zasilające
- ◀ Utrzymanie ruchu

Płacisz raz,
promujesz się
cały rok

NAPĘDY I STEROWANIE – KATALOG BRANŻOWY 2021

WYDANIE SIEDEMNASTE



Więcej informacji: www.nis.com.pl

napędy miesięcznik naukowo-techniczny
i sterowanie

Wymagasz nieprzerwanej produkcji?
Polegasz na niezawodnych rozwiązaniach?
Oferujemy odpowiednią technologię oraz kompetencje.

→ WE ARE THE ENGINEERS
OF PRODUCTIVITY.

FESTO



Bezpieczeństwo | Prostota | Efektywność | Kompetencje

Siłownik okrągły DSNU-S... z samonastawną amortyzacją zapewniający oszczędność przestrzeni zabudowy i prostą instalację.

Samonastawna amortyzacja PPS oferowana przez Festo całkowicie eliminuje czynności wymagane dotychczas podczas ustawiania amortyzacji siłowników pneumatycznych. System amortyzacji ułatwia uruchomienie i oszczędza czas. Gwarantuje, że cofanie do położenia końcowego jest dynamiczne, ale równocześnie delikatne i nie wymaga żadnej ręcznej ingerencji.

Kolejną zaletą siłownika jest oszczędność przestrzeni zabudowy. Wynika to z krótkiej pokrywy tylnej i mniejszego gwintu montażowego. Wpisuje się to w trend konstruowania mniejszych, lżejszych maszyn, które wymagają mniej przestrzeni zabudowy.

Więcej informacji: www.festo.pl/katalog/dsnu-s

Festo Sp. z o.o.

Janki k. Warszawy
ul. Mszczonowska 7
05-090 Raszyn
Contact Center
Tel. +48 22 711 41 00
Fax +48 22 711 41 02
festo_poland@festo.com
www.festo.pl