

napędy i sterowanie

**miesięcznik
naukowo-
-techniczny**

Nr 6 (266)

Rok XXIII
Czerwiec 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*

POLARIS REAKTYWACJA



www.polaris.com.pl

BRANŻA PRZEMYSŁOWA IIOT

PRODUKTY I ROZWIĄZANIA
DLA NOWOCZESNYCH
ŚRODOWISK PRZEMYSŁOWYCH

SKORZYSTAJ Z NASZEJ WIEDZY I SZEROKIEJ OFERTY

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 Paraszczyk
- 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!

Czy zła passa związana za pandemią Covid-19 już za nami? Z pewnością z dużo większym optymizmem patrzymy w przyszłość, obserwując ożywienie gospodarcze ostatnich miesięcy. Zadałając, a nawet – po okresie stagnacji, pesymistycznych prognoz i powszechnego zniechęcenia – wręcz rewelacyjnie przedstawiają się liczby: w pierwszym kwartale – jak podaje GUS – produkcja przemysłowa w kwietniu 2021 r. wzrosła o rekordowe 44,5 proc. rok do roku. Jednakże tak wysoki wzrost jest w znacznej mierze echem lockdownowego załamania sprzed roku oraz dynamicznego ożywienia, jakie obserwowaliśmy w kolejnych miesiącach 2020 roku.

Świetny wynik przemysłu trudno będzie powtórzyć w kolejnych miesiącach, co oczywiście nie oznacza, że ta gałąź naszej gospodarki będzie niedomagać. Nic z tych rzeczy. Ekonomiści są pełni optymizmu.

Znaczący wpływ na ożywienie polskiej gospodarki z pewnością będzie miał Krajowy Plan Odbudowy, który opiera się na Funduszu Odbudowy, czyli finansowym wsparciu Unii Europejskiej dla naszego kraju. Polska stanie się jednym z największych beneficjentów budżetu unijnego na lata 2021–2027. Środki unijne, które otrzyma Polska, mają pomóc w odbudowie i umocnieniu gospodarki po pandemii koronawirusa, a także pozwolić na realizację unijnych celów w latach 2021–2027. Polsce ze wszystkich źródeł ma przyspaść ok. 136,4 mld euro dotacji i ok. 34,2 mld euro pożyczek w cenach bieżących. Większość tych pieniędzy ma trafić na prorozwojowe inwestycje, głównie w obszarach takich, jak: transformacja cyfrowa, odporność i konkurencyjność gospodarki, energia i zmniejszenie energochłonności, dostępność i jakość systemu ochrony zdrowia, zielona i inteligentna mobilność oraz inwestycje drogowe i kolejowe.

Za korzystnymi wskaźnikami zwykle podąża ogrom obowiązków, a to z pewnością zrodzi potrzebę tworzenia nowych miejsc pracy. I choć obecnie bezrobocie zmniejszyło się minimalnie, szacowana przez Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii stopa bezrobocia w Polsce w kwietniu wyniosła 6,3%. Oznacza to, że spadła o 0,1 punktu procentowego. Wiele firm deklaruje chęć zwiększenia zatrudnienia. Według analiz PEKAO, polscy konsumenci widzą już światło w pandemicznym tunelu: najlepsze nastroje od kwietnia zeszłego roku, najmniejszy odsetek ankietowanych obawiających się o utratę pracy. Rozwój gospodarczy sprzyjać będzie też nowym inwestycjom, na które łożyć będą dobrze prosperujące, a tym samym coraz majątniejsze firmy.

Z zamiarem utrzymania pozytywnego nastroju zapraszam do lektury naszego pisma, a w nim artykułów: „Hydrozespoły odwracalne o zmiennej prędkości obrotowej – możliwości i korzyści techniczno-ekonomiczne” – Mariusza Lewandowskiego i Janusza Stellera, „Perspektywy rozwoju druku 3D po pandemii” – Heleny Dodziuk oraz „Wpływ zastosowanej technologii i materiałów budowlanych na propagację fali elektromagnetycznej” – Agnieszki Choroszucho i współautorów.

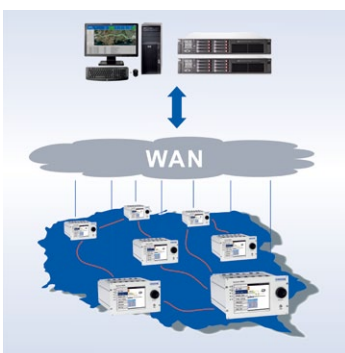
Zapraszam też do lektury wielu innych ciekawych publikacji naukowo-technicznych, w tym przede wszystkim zestawienia nagrodzonych w Konkursie „Produkt Roku 2020” produktów i rozwiązań, które są najlepszym dowodem, że przed nami dobre perspektywy innowacyjnego i bezpiecznego rozwoju.

Katarzyna Zając
redaktor naczelna





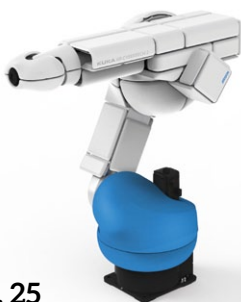
Str. 10
POLARIS REAKTYWACJA



Str. 14
PipePatrol – system detekcji i lokalizacji wycieków z rurociągu



Str. 24
IRIS CM. Motion Amplification® w systemie ciągłego monitorowania drgań maszyn



Str. 25
AIRSKIN® – nowy wymiar bezpieczeństwa



Str. 28
Redukcja ryzyka - HELUPOWER® REFLECT

CO W NUMERZE

- 6 Nowości techniczne
- 112 Zestawienie firm
- 117 Biblioteka

Nauka

- 64 Hydrozespoły odwracalne o zmiennej prędkości obrotowej – możliwości i korzyści techniczno-ekonomiczne – S. Lewandowski, M. Lewandowski, J. Steller
- 74 Robotyzacja procesów produkcyjnych. Wprowadzenie – W. Kaczmarek, J. Panasiuk
- 82 Elastyczny system profilowania użytkownika budynku z wykorzystaniem elementów sztucznej inteligencji – M. Kosnowski, M. Nowak
- 86 Wpływ zastosowanej technologii i materiałów budowlanych na propagację fali elektromagnetycznej – A. Choroszucho, J. Tymiński, D. Orzechowski
- 92 Inteligentne instalacje automatyki budynkowej w rewitalizacji obiektów zabytkowych – M.B. Horyński
- 96 Perspektywy rozwoju druku 3D po pandemii – H. Dodziuk
- 100 Bezpieczeństwo aplikacji robotów z wykorzystaniem ROS – D. Portugal, M.A. Santos, S. Pereira, M. S. Couceiro

Technologie i produkty

- 10 **TEMAT Z OKŁADKI:** POLARIS REAKTYWACJA – Polaris Engineering Sp. z o.o.
- 13 Zalety IO-Link – Kubler Sp. z o.o.
- 14 **TEMAT Z OKŁADKI:** PipePatrol – system detekcji i lokalizacji wycieków z rurociągu – D. Vogt, B. Szutowski – KROHNE Polska
- 18 **TEMAT Z OKŁADKI:** Nowa seria DPI 705E zapewnia dokładne i niezawodne monitorowanie ciśnienia i temperatury w środowiskach przemysłowych. RS Components oferuje szereg ulepszonych wskaźników ciśnienia i temperatury firmy Druck – RS Components Sp. z o.o.
- 19 **TEMAT Z OKŁADKI:** Wstępnie zmontowane sygnalizatory kaskadowe LED RS PRO zapewniają szybką i ekonomiczną sygnalizację stanu sprzętu. RS Components prezentuje modułowe wieże sygnalizacyjne LED – RS Components Sp. z o.o.
- 24 IRIS CM. Motion Amplification® w systemie ciągłego monitorowania drgań maszyn – VIMS Sp. z o.o.
- 25 AIRSKIN® – nowy wymiar bezpieczeństwa – 5sAUTOMATE Sp. z o.o.
- 26 Ręczny uniwersalny panel operatorski HMI z funkcjami bezpieczeństwa firmy IDEC produktem roku 2020. HG1P od IDEC – docenione bezpieczeństwo i komfort pracy – K. Zajdel – COMPARTA – autoryzowany dystrybutor IDEC w Polsce
- 27 Produkt Roku 2020. Typoszereg falownikowych napędów samochodowych FNS – Z. Gołębiewski – Zakład Energoelektroniki TWERD Sp. z o.o.
- 28 Redukcja ryzyka – HELUPOWER® REFLECT – M. Trajdos – Helukabel Polska
- 30 Wytrzymała obudowa i precyzyjny pomiar – PEPPERL+FUCHS Sp. z o.o.
- 31 Micropilot FWR30 – mobilny pomiar napełnienia zbiorników, gotowy na Przemysł 4.0 – Endress+Hauser Polska sp. z o.o.
- 32 Smart Function Kit – wyższy poziom obsługi – Bosch Rexroth Sp. z o.o.
- 34 Dzięki Smart MechatroniX firma Bosch Rexroth oferuje nowe rozwiązania dla fabryki przyszłości. Pierwsze pakiety rozwiązań mechatronicznych są już dostępne do zamówienia, a część z nich jest w fazie testów – Bosch Rexroth Sp. z o.o.
- 35 Gotowi na wyzwania Przemysłu 4.0? Oprogramowanie IoT Gateway – prosty sposób na monitorowanie pracy maszyn – Bosch Rexroth Sp. z o.o.

- 36 RegSOC. Regionalne Centrum Cyberbezpieczeństwa
- Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Technik Innowacyjnych EMAG
- 40 Modernizacja kolejki linowej z wykorzystaniem reduktorów przemysłowych
MAXXDRIVE® firmy NORD DRIVESYSTEMS - NORD Napędy Sp. z o.o.
- 42 IO-LINK - nie tylko czujniki - R. Szymik - Lenze Polska Sp. z o.o.
- 44 Zasady prawidłowego doboru ogranicznika naprężeń do gwintowanego insertu
w złożeniu elementów z tworzywa sztucznego - Ch.L. Jones - SPIROL
- 46 Nadzór i bezpieczeństwo w przemyśle - rozwiązania Finder
- D. Kocur - FINDER Polska Sp. z o.o.
- 49 Szkoła enkoderów firmy LeineLinde. Cz. 8. Zjawisko powstawania prądów łożyskowych
- TERM Tomasz Sobczak
- 51 Mobilna łączność przez Internet do zdalnego połączenia z urządzeniami dzięki Anybus
Wireless Bolt IoT - Elmark Automatyka SA
- 52 Zasilacze LED do zadań specjalnych - Elmark Automatyka SA
- 54 Jak zwiększyć wydajność maszyny dzięki sterownikowi ruchu Trio
- Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.
- 56 Zintegrowane systemy wizyjne. Drukarka samokalibrująca. Mniejsza ilość odpadów
to większa rentowność - B&R Automatyka Przemysłowa Sp. z o.o.
- 58 Zaawansowane rozwiązania systemów napędowych w przemyśle z zastosowaniem
przebiegów częstotliwości średniego napięcia w topologii prądowej PowerFlex 7000
firmy Rockwell Automation - Introl Automatyka Sp. z o.o. Sp. k.
- 61 Dokładne przewidywanie trwałości eksploatacyjnej siłownika
- LINAK Danmark A/S (Spółka Akcyjna)



Str. 20

Konkurs rozstrzygnięty!



Str. 31

Micropilot FWR30 - mobilny pomiar napełnienia zbiorników, gotowy na Przemysł 4.0



Str. 36

RegSOC. Regionalne Centrum Cyberbezpieczeństwa

Informacje branżowe

- 20 Konkurs rozstrzygnięty! - K. Zając
- 48 Targi DREMA 2021 odbędą się we wrześniu!
- 62 Spełnienie definicji MŚP - trudności w interpretacji - A. Szymczak - MS-CONSULTING
- 99 Transformacja energetyczna. Wyzwania dla Polski wobec doświadczeń krajów Europy Zachodniej

Indeks reklam

| | | |
|--|--------------------------------------|---|
| ▷ 5sAUTOMATE.....25 | ▷ Kubler 6, 75 | ▷ RS Components 2 |
| ▷ ABUS.....77 | ▷ Lenze Polska 9, 43 | ▷ SIBA 115 |
| ▷ B&R Automatyka Przemysłowa 8, 57 | ▷ LINAK 61 | ▷ Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Technik Innowacyjnych EMAG.....37 |
| ▷ Bosch Rexroth..... 7, 33 | ▷ MS-CONSULTING.....62 | ▷ SPIROL 7, 45 |
| ▷ COMPARTA 26 | ▷ Multiprojekt Automatyka..... 6, 55 | ▷ STAUBLI 79 |
| ▷ DREMA 48 | ▷ NO-EL 8 | ▷ STAUFF Polska 69 |
| ▷ Elmark Automatyka 51, 53 | ▷ NORD Napędy 41 | ▷ TERM Tomasz Sobczak 49 |
| ▷ Endress+Hauser Polska 31 | ▷ NOWIMEX.....65 | ▷ TRAKO 91 |
| ▷ FINDER Polska 6, 47 | ▷ PEPPERL+FUCHS 30 | ▷ VIMS..... 24 |
| ▷ Grupa Cantoni 71, 112 | ▷ Polaris Engineering.....1, 9 | ▷ Zakład Energoelektroniki TWERD..... 27 |
| ▷ Helukabel Polska.....29 | ▷ PWN.....99 | ▷ zrobotyzowany.pl.....81 |
| ▷ Introl Automatyka 8, 58 | ▷ Renishaw.....67 | |
| ▷ KROHNE Polska.....7, 120 | ▷ robotyka.pl 83 | |

NOWOŚCI TECHNICZNE

SR120 dla przemysłowej sieci Ethernet/IP

Dzisiejsza automatyka wymaga, aby wszystkie komponenty w systemach przemysłowych były zdolne do przesyłania danych w czasie rzeczywistym. Wychodząc naprzeciw tym oczekiwaniom, firma Fritz Kübler GmbH prezentuje pierścień ślizgowy SR120 Ethernet. Nowy, solidny pierścień stworzony dla nowoczesnej generacji zakładów transmituje sygnały m.in. Profibus, ASI-BUS, Device-NET, Ethernet/IP oraz posiada konkretny program opcji przesyłania mediów (powietrza, sygnałów elektrycznych dużej mocy i sygnałów cyfrowych).

ZALETY SR120 Ethernet:

- zapewnia szybką i bezpieczną transmisję prądu, sygnałów, powietrza, hydrauliki oraz Ethernetu;
- posiada do 20 kanałów, które mogą być dowolnie łączone do transmisji sygnałów i obciążenia;
- przekazuje protokoły transmisji danych, które oparte są na standardzie Fast Ethernet (Profinet, Ethernet/IP i wiele innych). Przesyłane mogą być również sygnały z innych systemów sieciowych, np. Profibus;
- posiada modułową budowę z trójkomorowym systemem – wszystkie komory są odizolowane i wewnętrznie ekranowane. Dzięki temu ramka danych komunikacji Industrial Ethernet nie jest narażona na zaburzenia elektromagnetyczne;
- system modułowy pozwala również na rozszerzenie pierścienia do 20 kanałów, a nawet dopasowanie go do mediów z przepływem dla powietrza i hydrauliki;
- średnica 120 mm;
- żywotność SR120 ponad 500 milionów obrotów;
- oszczędność czasu i łatwa obsługa SR120 (całkowicie wyeliminowano konieczność smarowania olejem);
- gwarancja 2 lata.



Kubler Sp. z o.o.
www.kubler.pl

Wygodne sterowanie temperaturą – BLISS2 Finder

Finder oddaje w Wasze ręce zestaw: termostat z bramką WiFi, który pozwala w prosty sposób zarządzać temperaturą. Producentowi przyświecały dwa cele – zwiększenie komfortu użytkowników oraz dbałość o estetykę wykonania. Projektanci biura Fossati/Minelli opracowali minimalistyczną formę, która pasuje do niemal każdego wnętrza.

Przejrzyste i intuicyjne menu panelu dotykowego pozwala na łatwy dostęp do niezbędnych funkcji i ustawień. Ekran jest



aktywowany dotykowo, co zmniejsza pobór energii i zapewnia pracę urządzenia nawet do 18 miesięcy bez potrzeby wymiany baterii.

BLISS 2 dzięki podłączeniu za pośrednictwem Gateway do chmury daje możliwość współpracy z Asystentem Google lub Amazon Alexa. Możemy go zatem zintegrować z innymi systemami smarthome, w tym YESLY – systemem smarthome firmy Finder. Przy braku dostępu do WiFi lokalne połączenie za pomocą protokołu Bluetooth umożliwi pełną funkcjonalność systemu.

Zdalny dostęp do termostatu uzyskujemy dzięki aplikacji BLISS dostępnej dla Androida i iOS. W intuicyjny sposób zaplanujemy tygodniowy program regulacji temperatury, a także zapiszemy w pamięci programy dla różnych pór roku. Łatwo podzielimy się dostępem do urządzenia, tak by użytkownicy innych smartfonów mogli zmieniać ustawienia. Aplikacja pozwala również na niezależną obsługę wielu termostatów, co oznacza, że możemy dowolnie ustawić temperaturę w różnych pomieszczeniach.

Ciekawą funkcją BLISS2 jest również możliwość automatycznej zmiany temperatury, kiedy oddalimy się od domu na określoną odległość. Termostat, korzystając z lokalizacji Google, zauważy naszą nieobecność i obniży temperaturę do wcześniej ustawionego przez nas poziomu.

FINDER Polska Sp. z o.o.
www.findernet.com

Nowy serwowzmacniacz firmy LinMot – D1150

Firma LinMot poszerza swoją ofertę serwowzmacniaczy o nowy model w kompaktowej obudowie o stopniu ochrony IP65. Jako rozwiązanie zdecentralizowane, serwowzmacniacz ten można umieścić blisko komponentów, co redukuje ilość potrzebnego miejsca w szafie sterowniczej.



Seria D1150 może być używana do zdecentralizowanego sterowania silnikami liniowymi i obrotowymi od LinMot. Serwowzmacniacz D1150 zasilany jest prądem stałym w zakresie 24–72 V i zapewnia prąd fazowy do 25 A. Posiada interfejs Industrial Ethernet dla PROFINET i EtherCAT. Obsługiwane są również profile urządzeń CoE (CiA402) i SoE (SERCOS over EtherCAT). Co więcej, planowane jest wprowadzenie kolejnych systemów fieldbus.

Klasa ochrony IP65 gwarantuje, że serwowzmacniacz D1150 jest chroniony przed pyłem i wodą, dzięki czemu nie wymaga dodatkowej osłony. Wszystkie elementy obsługi, takie jak przełączniki i interfejsy, a także wskaźnik stanu są zamontowane za osłoną, która gwarantuje ochronę w przypadku zdecentralizowanej instalacji.

Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.
www.multiprojekt.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

TIDALFLUX 2300

TIDALFLUX 2300 jest elektromagnetycznym przepływomierzem (EMF) z opatentowanym pojemnościowym pomiarem poziomym, do stosowania w częściowo wypełnionych rurociągach (do DN1600). Przepływomierz jest idealnym rozwiązaniem do pomiaru przepływu w becznionych liniach transportu ścieków komunalnych i przemysłowych. Ponadto nadaje się do pomiaru wypływu solanki w aplikacjach pogłębiania, kopalnictwie oraz do zatlaczania wody do szybów. W przeciwieństwie do pomiarów w kanałach otwartych (Venturi, spiętrzenia...), przepływomierz stanowi zamknięty, pozbawiony przeszkód układ pomiarowy o znacznie większej dokładności i niższych kosztach eksploatacji.

Rura pomiarowa TIDALFLUX-a 2300 posiada wykładzinę z poliuretanu (PUR) – odporną chemicznie i ściernie. Gładka powierzchnia wykładziny zapobiega przywieraniu tłuszczu i tworzeniu się osadów – minimalizując konieczność czyszczenia. W przypadku zakopania w gruncie lub montażu w zalewanych komorach przepływomierz zamawiany jest ze stopniem ochrony IP68. Ze względu na obecność w licznych aplikacjach ściekowych siarkowodoru (H₂S) przepływomierz posiada dopuszczenia ATEX do strefy 1. TIDALFLUX 2300 oferuje zaawansowaną diagnostykę – pełna weryfikacja miejscowa przepływomierza dostępna jest za pomocą testera OPTICHECK bez przerywania procesu. Jednym z rozwiązań pomiarowych jest bezprzewodowa zdalna komunikacja z przepływomierzem (punktem pomiarowym) z poziomu nowoczesnej aplikacji chmurowej z wizualizacją danych pomiarowych i diagnostycznych na komputerach, tabletach i smartfonach.

KROHNE Polska
www.krohne.com



bazami danych. Wszystkie połączenia z urządzeniami są centralnie zarządzane poprzez IoT Gateway za pomocą funkcji Device Portal.

Korzyści dla Twojej firmy

- Zwiększenie dostępności maszyn.
- Wzrost efektywności procesów.
- Oszczędność energii.
- Optymalizacja jakości produktu.

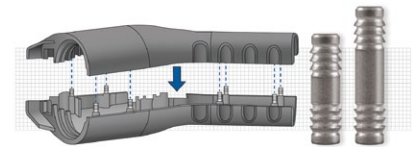
Zalety rozwiązania

- „Podłącz i uruchom” w trzech krokach.
- Modułowa koncepcja umożliwiająca indywidualną adaptację.
- Solidne przemysłowe wykonanie.
- Otwarta architektura oprogramowania.
- Szybkie przetwarzanie i przekazywanie danych procesowych.
- Łatwy tryb konfiguracji poprzez wbudowany interfejs przeglądarkowy.
- Ogólnoświatowe doradztwo, konfiguracja, wsparcie i konserwacja firmy Bosch Rexroth.
- Skalowalna i elastyczna topologia.

Bosch Rexroth Sp. z o.o.
www.boschrexroth.pl

Kołki do tworzyw sztucznych:
SPIROL PRESS-N-LOK™ Serii BP100

Kołki serii BP100 Press-N-Lok™ są przeznaczone do trwałego łączenia ze sobą pary elementów z tworzyw sztucznych. Wystające zadziory na kołkach są odchylone do tyłu, przeciwnie do kierunku wciskania kołka. Montaż kołków Press-N-Lok™ odbywa się w dwóch etapach: najpierw należy wcisnąć kołki do jednej połowki plastikowej obudowy. Następnie należy dopasować drugą połówkę obudowy do wystających kołków i docisnąć ją do pierwszej połowki. Podczas montażu tworzywo sztuczne zaciska się wokół zadziorów, zwiększając do maksimum opór wobec sił poosiowych. Spraw, aby montaż był prosty i szybki: po prostu Press-N-Lok™ – czyli wciśnij i już!



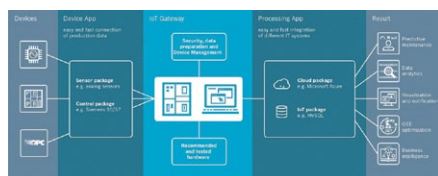
Zalety połączenia

- Trwałe/odporne na ingerencję
- Prosty i czysty montaż
- Lekkie i bezołowiowe
- Odporne na korozję
- Szybszy czas montażu i niższe koszty narzędzi potrzebnych do montażu w porównaniu do wkrętów i klejów

SPIROL Industries Ltd
spirol.com

IoT Gateway – przygotuj się na wyzwania Przemysłu 4.0!

Oprogramowanie IoT Gateway pozwala łatwo i ekonomicznie pozyskiwać informacje z różnych sterowników PLC, otwierając maszyny na nowoczesne rozwiązania IT.



Dane zbierane z maszyn pomagają optymalizować procesy produkcyjne i kontrolować jakość produktu. Rozwiązanie nie ingeruje w logikę sterowania maszyną czy automatykę urządzeń i elementów wykonawczych.

Dzięki wbudowaniu w sterownik PLC marki Rexroth lub instalacji na komputerze przemysłowym rozwiązanie pozwala na łączenie dotychczas używanych maszyn i modułów w sieć, umożliwiając komunikowanie się z innymi urządzeniami Internetu Rzeczy lub

NOWOŚCI TECHNICZNE

GIGAVAC – hermetyczne styczniki serii GV210 – 150 A / 900 V DC

Styczniki serii GV210 firmy GIGAVAC należą do najbardziej ekonomicznych i wydajnych styczników mocy dostępnych obecnie na rynku. Charakteryzują się hermetyczną komorą stykową o stopniu szczelności IP 67 & IP69, co zapobiega powstawaniu zjawiska wydmuchu łuku elektrycznego na zewnątrz i zabrudzeniu styków. Styczniki GV210 mogą pracować w temperaturze pracy w zakresie od -40 do +85°C. Przy znamionowym napięciu pracy od 12 V DC do 900 V DC stycznik ten jest przystosowany do przełączania obciążeń na poziomie 100–150 A. Max. prąd zwarcioowy na poziomie 1250 A (przy zamkniętych stykach). Podobnie jak wszystkie zaawansowane rozwiązania przełączające GIGAVAC, styczniki te można montować w dowolnej osi lub orientacji. Ich hermetyczność pozwala na zastosowanie praktycznie w każdym trudnym środowisku. Styczniki te spełniają wymagania RoHS/CE oraz zostały zbudowane zgodnie z normą IATF-16949!



Styczniki serii GV210 GIGAVAC znalazły szerokie zastosowania m.in. w aplikacjach bateryjnych dla pojazdów elektrycznych, szybkich ładowarek DC, magazynowania energii czy też sterowania fotowoltaiką.

NO-EL Sp. j. Ryszard Nowak, Barbara Musiałek – wyłączny przedstawiciel amerykańskiej firmy GIGAVAC
www.gigavac.pl

Więcej miejsca w szafie sterowniczej. Modułowa koncepcja chłodzenia ACOPOS P3 firmy B&R zwiększa dyspozycyjność maszyn

Serwonapęd ACOPOS P3 firmy B&R jest teraz dostępny również z przelotowym radiatorem lub chłodzeniem za pomocą płyty chłodzącej. Nowe rozwiązania w zakresie chłodzenia odprowadzają do 60% wytwarzanego ciepła poza szafę sterowniczą. Dzięki temu można zmniejszyć wielkość wentylatorów i klimatyzatorów lub całkowicie je wyeliminować, a całość sterowania umieścić w szafie o znacznie bardziej zwartej konstrukcji. Dzięki temu zmniejszamy koszty eksploatacji i konserwacji.



Nowe rozwiązanie chłodzenia ACOPOS P3 można stosować również dla dużej liczby osi we wszystkich zakresach mocy. Dzięki wyeliminowaniu wentylatorów i klimatyzatorów, które wprowadzają do szafy sterowniczej powietrze z zewnątrz, znacznie zmniejsza się również ilość zasysanego wraz z nim kurzu. Znacznie ogranicza to liczbę przestojów związanych z pracami konserwacyjnymi, takimi jak wymiana filtrów powietrza. Wzrasta dyspozycyjność maszyny.

W przypadku chłodzenia przelotowego, radiatory typu *push-through* odprowadzają do 60% ciepła na zewnątrz szafy sterowniczej. Kosztowne chłodzenie samej szafy sterowniczej nie jest już potrzebne. Radiator zapewnia stopień ochrony IP64 i jest zgodny z normami EN 60529 oraz UL 50 Typ 12. Wentylator zamontowany w radiatorze typu *push-through* zapewnia stopień ochrony IP54.

W układzie chłodzenia z zastosowaniem schładzanej wodą płyty praktycznie całe ciepło generowane przez urządzenia jest odprowadzane przez chłodziwo. W rezultacie w szafach sterowniczych potrzeba znacznie mniej wentylatorów i jednostek klimatyzacyjnych, co pozwala obniżyć koszty. Podstawa płyty chłodzącej działa w połączeniu z własnym obiegiem chłodzenia maszyny.

B&R Automatyka Przemysłowa Sp. z o.o.
www.br-automation.com

Przeмиennik częstotliwości średniego napięcia PowerFlex 6000T – sprawdzona technologia w zharmonizowanej architekturze sterowania

Nowy przeмиennik PowerFlex6000T firmy Rockwell Automation ujrzał światło dzienne w roku 2020 na rynku Ameryki Północnej, w typowym dla tego regionu poziomie napięcia zasilania 4,16 kV. W połowie 2021 roku nastąpił debiut w regionie EMEA (Europa, Bliski Wschód oraz Afryka). Rozszerza się zatem zakres wspieranych napięć do wartości 6,6 kV.



Kompaktowa wersja obudowy, nazwana ramą „A”, będzie dostępna w odmianach prądowych: do 70 A, do 140 A oraz do 215 A. Charakteryzuje się ona niespotykanymi w klasie napięciowej wymiarami, minimalizując wymaganą przestrzeń do instalacji przeмиennika. Przy standardowej wysokości 2875 mm oraz głębokości 1250 mm przeмиenniki posiadają szerokość od 2310 mm (70 A), poprzez 2795 mm (140 A) do 3010 mm (215 A). Uzupełnieniem bardzo korzystnych warunków fizycznych jest dostęp z przodu do wszystkich komponentów urządzenia, który redukuje czas wymagany na instalację, uruchomienie, jak i ewentualną wymianę podzespołów.

Pełen obraz nowoczesnego rozwiązania zostaje podkreślony przez platformę sterowania ujednoliconą z rodziną przeмиenników niskiego napięcia PowerFlex 755T. Jej kluczowym komponentem jest funkcja adaptacyjnego dostrajania, oparta na zaawansowanym, automatycznym monitoringu charakterystyk pracy przeмиennika.

Firma Introl Automatyka, jako certyfikowany partner w programie Recognized System Integrator (RcSI) firmy Rockwell Automation, posiada wieloletnie doświadczenie w integracji, uruchomieniach oraz serwisowaniu przeмиenników częstotliwości średniego napięcia w kraju i na świecie.

Introl Automatyka Sp. z o.o. Sp. k.
www.introlautomatyka.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

POLARIS REAKTYWACJA – nowa energia

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

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

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

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

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

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

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

Polaris Engineering Sp. z o.o.
www.polaris.com.pl

**Nowe sterowniki Lenze serii c500 o wyższej klasie wydajności**

Lenze wprowadza wyższą klasę wydajności dla sterowników wraz z nową serią sterowników c500, które mogą być stosowane w niezwykle złożonych projektach. W ten sposób konkurują one z rozwiązaniami, dla których do tej pory wymagane były komputery przemysłowe.

Sercem serii c500 jest najmocniejszy obecnie dostępny procesor Intel o bardzo zwartej budowie. Procesory te na nowo definiują górne granice wydajności sterowników. Oznacza to, że nowa seria kontrolerów może z łatwością dotrzymać kroku szybko rosnącym wymaganiom stawianym przez Przemysł 4.0 w zakresie ogólnych zadań sterowników i aplikacji ruchu. Dla producentów maszyn oznacza to wiele korzyści, na przykład: bardziej złożone projekty, dla których do tej pory nie było dostępnych wystarczająco wydajnych sterowników, nie muszą już koniecznie korzystać z komputera przemysłowego, co pociągało za sobą więcej pracy związanej z programowaniem i łącznością. Zamiast tego konstruktor maszyn może wykorzystać swoje *know-how* w znanym środowisku, a także skorzystać z inteligentnych standardowych modułów oprogramowania Lenze FAST Application Software Toolbox oraz nadal mogą być używane istniejące programy i moduły programowe zgodne z normą IEC 61131-3.



Lenze Polska Sp. z o.o.
www.lenze.com

reklama

Które wydanie miesięcznika jest dla Ciebie?

7-8/2021

Systemy automatyzacji w górnictwie

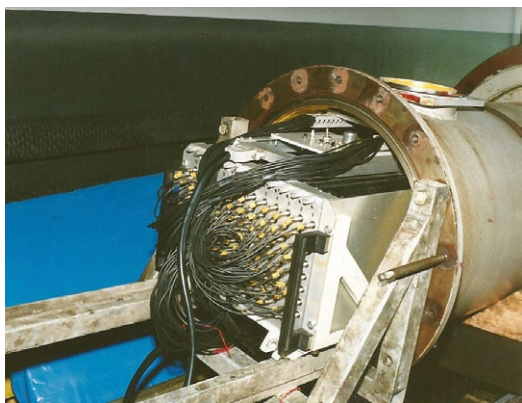
9/2021

Automatyka w energetyce

10/2021

Hydraulika, pneumatyka i sterowanie

POLARIS REAKTYWACJA



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

W 1993 roku rozpoczęła swoją działalność w branży przemysłowej, koncentrując się na wybranych obszarach technologii. Jednym z pierwszych dużych osiągnięć firmy było stworzenie projektu i wykonanie prototypu maszyny do cięcia wodą. W tamtym okresie był to produkt bardzo innowacyjny i przyniósł firmie ogromny sukces. Następnym bardzo

znaczącym krokiem w rozwoju firmy było wykonanie urządzenia do nieinwazyjnej kontroli stanu naftowych rurociągów przesyłowych. Przez kolejne lata POLARIS z sukcesem prowadził dalsze badania i rozwijał ten produkt, otrzymując za niego liczne nagrody i wyróżnienia. Jednak naturalnie w miarę upływu lat i w otoczeniu zmieniającej się gospodarki firma stopniowo ograniczała swoją działalność oraz redukowała efektywność, aż do 2020 roku...

Nowa energia

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

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

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





Takie połączenie zapewnia kontynuację wieloletniej działalności firmy APS na rynku stalowym (wdrożenie ponad 40 linii technologicznych) oraz, dzięki połączeniu wiedzy doświadczonych inżynierów z młodym ambitnym zespołem, stwarza jeszcze większe możliwości realizacji nawet najbardziej wymagających projektów.

Najważniejsze, że wszyscy pracownicy firmy APS, którzy od wielu lat z powodzeniem realizowali automatyzację procesów technologicznych, pracują obecnie w firmie POLARIS. Bogate specjalistyczne doświadczenie, wieloletnie kontakty i wypracowane metody współpracy z klientami są teraz kontynuowane pod szyldem POLARIS Engineering.

Takie połączenie sił zapewnia naszym klientom większy komfort pracy i zdecydowanie potęguje możliwości szybszej realizacji różnych projektów.

Jednocześnie 20-letnie doświadczenie pracowników APS będzie sukcesywnie przekazywane młodym konstruktorom maszyn, co w konsekwencji zagwarantuje płynny przepływ wiedzy, doświadczenia i wypracowanych metod pracy z jednej strony oraz obecnej wiedzy, technologii i innowacyjnego spojrzenia z drugiej.

POLARIS – nie tylko linie...

Wraz ze zmianą właścicielską w firmie POLARIS Engineering pojawiły się nowe technologie i nowatorskie rozwiązania na organizację produkcji w firmach. Jesteśmy świadomi, że automatyzacja i robotyzacja produkcji stanowią najważniejszy i najbardziej perspektywiczny kierunek rozwoju przedsiębiorstw. Dlatego też POLARIS oferuje swoim klientom kompleksową usługę zautomatyzowania produkcji w przedsiębiorstwie – od przygotowania i projektu, poprzez dobór najbardziej optymalnych rozwiązań, kończąc na montażu i uruchomieniu sprzętu. Z przeprowadzonych analiz w firmach, które zdecydowały się na takie rozwiązanie, można bowiem w krótkim czasie zaobserwować m.in.:

- wzrost produktywności i wydajności pracy;
- redukcję kosztów produkcji;
- polepszenie jakości produktów;
- pełniejszą kontrolę nad procesem wytwórczym.

Sz szczególnie efektywną, a jednocześnie ekonomicznie najkorzystniejszą, metodą optymalizacji procesu produkcji jest jej robotyzacja. Robot uzyskuje zdecydowanie większą wydajność pracy niż człowiek przez wzgląd na szybkość wykonywania ruchów oraz wielokrotnie większą powtarzalność w określonym czasie, co jest nieosiągalne przy działaniu czynnika ludzkiego. Robot nie wykazuje spadków efektywności, nie wymaga przerw w codziennym cyklu pracy, nie generuje błędów, które są niepożądanym acz nieodzownym elementem pracy człowieka. Jednocześnie działa szybciej, bardziej precyzyjnie i wydajniej. Dla firmy przekłada się to na realne oszczędności, niezawodność pracy linii produkcyjnych oraz zwiększenie zysków przez wzrost produktywności i w konsekwencji większą podaż.

Firma POLARIS podkreśla swoim klientom, że wprowadzenie automatyzacji i robotyzacji produkcji ma dodatkowo ogromny wpływ na poprawę wizerunku firmy oraz jej pozycji na rynku jako silnego, wiarygodnego partnera, wprowadzającego innowacyjne rozwiązania oraz zapewniającego stałość dostaw produktów o wysokiej jakości i precyzji wykonania.

POLARISU działania na rynku

Początki firmy POLARIS Engineering w nowej odsłonie przypadły na ciężkie dla wszystkich czasy pandemii. Trudny niestety zdalnego prowadzenia negocjacji biznesowych nie ostudziły entuzjazmu, otworzyły wręcz nowe możliwości i drogi nawiązywania kontaktów i budowania relacji. I mimo że zmieniony POLARIS działa na rynku od niedawna, ma już na swoim koncie wiele podpisanych kontraktów, polegających m.in. na:

- dostarczeniu, zainstalowaniu oraz uruchomieniu nowego kompletnego układu do odbioru blach;
- remoncie urządzeń i układów wykonawczych w linii do cięcia blach;
- wykonaniu zrobotyzowanego gniazda produkcyjnego do wykonywania osłon z arkuszy blachy;
- modernizacji zrobotyzowanej celi, wykonanej niewłaściwie przez inną firmę, co w konsekwencji całkowicie uniemożliwiło klientowi korzystanie z tej aplikacji;
- zaprojektowaniu oraz wykonaniu nowatorskiej maszyny perforującej i wytłaczającej do profili aluminiowych, posadowionej w określonej przestrzeni zamkniętej z opcją mobilności.

POLARIS Engineering przejął również serwis linii uprzednio wykonanych przez APS, wykonuje także usługi konserwacji oraz obsługi technicznej innych maszyn i urządzeń do automatyzacji, maszyn produkcyjnych i urządzeń technologicznych. Serwisujemy układy sterowania, układy hydrauliki, pneumatyki i elektryki.

W planach jest również uruchomienie mobilnego serwisu w formie specjalnie przygotowanych pojazdów w pełni wyposażonych w niezbędne narzędzia w celu zapewnienia klientom możliwości szybkiej reakcji w razie awarii niezależnie od lokalizacji.



Przy nowych realizacjach korzystamy z wieloletniej współpracy ze znanymi i cenionymi w branży firmami, takimi jak m.in. Siemens, Fanuc, Beckhoff. POLARIS Engineering oferuje pełen zakres produktów Siemens w obszarze automatyzacji, poczynając od sterowników, przez silniki, serwonapędy, a kończąc na przełącznikach i czujnikach. We współpracy z firmą Fanuc zapewniamy dostawę, serwis oraz uruchomienie robotów o różnej specyfice, przeznaczeniu oraz parametrach technicznych. Ze względu na specyfikę branży i zapotrzebowanie klientów nasi serwisanci wyspecjalizowani są w uruchamianiu i obsłudze także w oparciu o urządzenia oferowane przez firmę Beckhoff.

Firma POLARIS Engineering może być partnerem biznesowym dla każdej firmy planującej wprowadzić zmiany

w stosowanych procesach produkcyjnych. Zapraszamy do współpracy klientów APS i inne firmy, które chcą inwestować w zaawansowany park maszynowy bądź planują wprowadzenie procesów automatyzacji i robotyzacji. Służymy fachowym doradztwem w doborze odpowiedniej opcji oraz gwarantujemy profesjonalne wykonawstwo, jak i późniejszy serwis. Zatem do zobaczenia na najbliższych „bezcovidowych” targach! ■



POLARIS
ENGINEERING

Zalety IO-Link

IO-Link staje się jednym z najchętniej wykorzystywanych protokołów komunikacji w przemyśle. Swoją popularność zawdzięcza łatwej adaptacji, niezawodnej komunikacji oraz możliwości zdalnej diagnozy urządzeń.

Korzyści, jakie uzyskujemy dzięki IO-Link, są na tyle duże, że warto przyjrzeć się temu rozwiązaniu bliżej. IO-Link jest standardowym protokołem komunikacji szeregowej, w którego skład wchodzi:

- IO-Link Master – bramka komunikacyjna między urządzeniami sterującymi a czujnikami i urządzeniami wykonawczymi;
- IO-Link Devices – czujniki i urządzenia wykonawcze;
- nieekranowane kable oraz znormalizowane złącza;
- oprogramowanie do konfiguracji i parametryzacji systemu.

Do głównych zadań IO-Link należy zapewnienie integracji różnych urządzeń w jeden system oraz współpraca z różnymi sieciami przemysłowymi (Profibus, Profinet, EtherCat, EthernetIP czy DeviceNet). Osiągnięto to, stosując standaryzowany i niezależny od magistrali polowej interfejs, który jako połączenie punkt – punkt umożliwia bezpośrednią komunikację ze sterownikiem aż do najniższego poziomu automatyzacji. Dzięki temu urządzenia IO-Link masters mogą być wykorzystywane do podłączenia do sieci prawie każdej magistrali fieldbus i systemu sterowania za pomocą dużej liczby urządzeń IO-Link.

Jednocześnie Smart Sensor Profile pomaga elastycznie i szybko zoptymalizować maszyny lub całą produkcję nawet podczas pracy. Dzięki wstępnie zdefiniowanym klasom profili i odpowiednim zapisanym blokom funkcyjnym można szybko i łatwo dokonać wymiany czujnika lub przełączenia na inną technologię czujników tej samej klasy profilu



lub innych regulacji mierzonych wartości. Ma to znaczenie nie tylko przy tworzeniu nowych aplikacji, ale zwłaszcza przy modernizacjach istniejących już urządzeń.

IO-Link nie tylko skraca czas uruchomienia, ale także umożliwia dostęp do dodatkowych informacji o monitorowanych maszynach i systemie ERP.

Dzięki temu zwiększa się wydajność produkcji i zmniejszają koszty.

Dzięki niewrażliwej na zakłócenia transmisji IO-Link można

stosować proste i nieekranowane

kable oraz znormalizowane złącza M12 lub M8.

Ten rodzaj komunikacji eliminuje również konieczność stosowania kart analogowych w sterowniku.

Ponadto dane parametrów inteligentnych czujników lub elementów wykonawczych pochodzą ze sterownika i nie muszą być parametryzowane ręcznie. W rezultacie maszyna jest szybciej gotowa do pracy.

Dane procesowe są dostarczane w postaci zwykłego tekstu, dlatego technicy serwisowi mogą uzyskać głębszy wgląd w zachodzące procesy w aplikacji. To sprawia, że można z wyprzedzeniem

zainicjować naprawy na podstawie przewidywania oraz zaplanować właściwą konserwację.

Połączone w sieć inteligentne produkty IO-Link potrafią sprostać wyzwaniom stawianym przez Przemysł 4.0. Oznacza to, że nawet czujniki, takie jak enkodery, muszą przenosić ze sobą nie tylko klasyczne zadania pomiarowe i przesyłanie wartości pomiarowych, ale także inne funkcje umożliwiające łączenie produktów w sieci i zbieranie lub przesyłanie dodatkowych informacji.

Firma Fritz Kübler GmbH wychodzi naprzeciw tym oczekiwaniom i oferuje urządzenia, które potrafią im sprostać: enkodery z interfejsem IO-Link (Sendix M36 i Sendix M58) oraz wyświetlacze IO-Link.

IO-Link jest stosowany w różnych aplikacjach, m.in. w obrabiarkach, liniach produkcyjnych, intralogistyce i maszynach pakujących. ■

Kübler Sp. z o.o.
tel. 61 849 99 02
www.kubler.pl

PipePatrol – system detekcji i lokalizacji wycieków z rurociągu

Daniel Vogt, Bogdan Szutowski

Transport cieczy i gazów rurociągami rośnie na całym świecie nie bez powodu – rurociągi należą do najbezpieczniejszych i najbardziej ekonomicznych systemów transportowych na długich trasach. Jednak aby rzeczywiście spełniony był warunek ich bezpieczeństwa i opłacalności, zarówno rurociągi nowe, jak i – może przede wszystkim – istniejące muszą korzystać ze zdobyczy najnowocześniejszych technologii.

Jednym z istotnych potencjalnych źródeł zagrożenia bezpieczeństwa rurociągów są wycieki – występujące z wielu różnych powodów: trzęsień ziemi, korozji czy uszkodzeń materiału spowodowanych wierceniami wykonywanymi przez złodziei transportowanych rurociągami produktów. W celu ograniczenia takich źródeł ryzyka często stosowane są specjalne systemy wykrywania wycieków, których działanie – ogólnie rzecz biorąc – polega na rozpoznaniu i szybkiej lokalizacji wycieku.

Najprostsze uzasadnienia stosowania systemów wykrywania wycieków z rurociągów sprowadzają się zwykle do poniższych:

- minimalizacja skutków potencjalnych wypadków lub katastrof;
- minimalizacja przestojów;
- minimalizacja strat produktu;
- wymóg zgodności z obowiązującymi przepisami.

Sposoby wykrywania wycieków z rurociągów opierają się na różnych metodach i wynikających z nich technicznych lub organizacyjnych rozwiązaniach: od prostych kontroli wizualnych po zaawansowane, wspomagane komputerowo systemy, zdolne do monitorowania warunków pracy rurociągów naziemnych, podziemnych czy podmorskich.

Wybór odpowiedniego systemu wykrywania wycieków nie jest dla operatora rurociągu zadaniem łatwym. System winien spełnić wymagania wynikające z konkretnego zastosowania i musi być zgodny z obowiązującymi regionalnymi przepisami. W niniejszym artykule najpierw omówione zostaną wymagania wynikające z przepisów prawa, z których najważniejsze obowiązują w Ameryce Północnej i Kanadzie – API RP 1130 i CSA Z662-2011 załącznik E.

API RP 1130 jest dokumentem opublikowanym przez Amerykański Instytut Produktów Naftowych (*American Petroleum Institute*) – największe stowarzyszenie branżowe przemysłu naftowego, gazowego i petrochemicznego w USA, z wpływami sięgającymi daleko poza macierzysty kraj organizacji. API RP 1130 – tzw. zalecana praktyka (*Recommended Practice*) 1130 – zawiera między innymi zbiór ogólnych wytycznych dotyczących obsługi systemów wykrywania wycieków, takich jak przejrzysty dla operatora sposób prezentacji wyników, czy też

kryteria wydajności stosowane przy wyborze systemu wykrywania wycieków – kryteria bardzo szczegółowe, wyjaśniające przy okazji, jak działają tego rodzaju systemy. Kryteria te przedstawiono poniżej – łatwo przy tym zauważyć, że są one wzajemnie powiązane i współzależne:

- Czulość – system powinien wykrywać w krótkim czasie nawet małe wycieki.
- Precyzja – system powinien dokładnie lokalizować wycieki, wskazując natężenie wycieku oraz ilość utraconego produktu (iloczyn natężenia wycieku i czasu jego trwania) oraz sam produkt.
- Niezawodność – system powinien działać pomimo niestabilnych lub niesprzyjających warunków, takich jak wahania temperatury, zmiany lepkości transportowanego produktu czy stan awarii czujnika(-ów). Powyższe obejmuje także przejściowe warunki pracy, rozumiane jako stany nieustalone będące wynikiem zmian hydraulicznych spowodowanych załączeniami, zatrzymaniami czy przełączeniami pomp lub zaworów.
- Wiarygodność – system, pomimo dużej czulości, nie powinien generować fałszywych alarmów.

Kanadyjskie Stowarzyszenie Normalizacyjne (*Canadian Standards Association*) w dokumencie CSA Z662 załącznik E przedstawia z kolei wytyczne dotyczące systemów wykrywania wycieków z rurociągów transportujących ciekłe węglowodory w Kanadzie. W dokumencie podkreślono potrzebę zaimplementowania w systemie procedury sporządzania bilansu zapasu materiału w rurociągu w obrębie całego transportowanego produktu – w fazie projektowania operatorzy powinni uwzględnić wszystkie fizyczne i robocze czynniki wpływające na system bilansu materiałowego wraz z ustaleniem właściwych im tolerancji. W typowych warunkach eksploatacyjnych niepewność ilości produktu przyjętego i dostarczonego, stosowana w obliczeniach bilansu materiałowego, uwzględniająca niepewności związane z przetwarzaniem, transportem i praktykami operacyjnymi – nie może przekroczyć 5% na pięć minut, 2% tygodniowo lub 1% miesięcznie sumy faktycznych przyjęć lub dostaw. Aby spełnić powyższe wymagania, niepewność indywidualnych pomiarów przy odbiorze i dostawie w typowych warunkach eksploatacyjnych nie może przekroczyć 2%. Dokument CSA Z662 załącznik E jest jedyną zalecaną praktyką podającą dokładne niepewności dla systemów wykrywania wycieków.

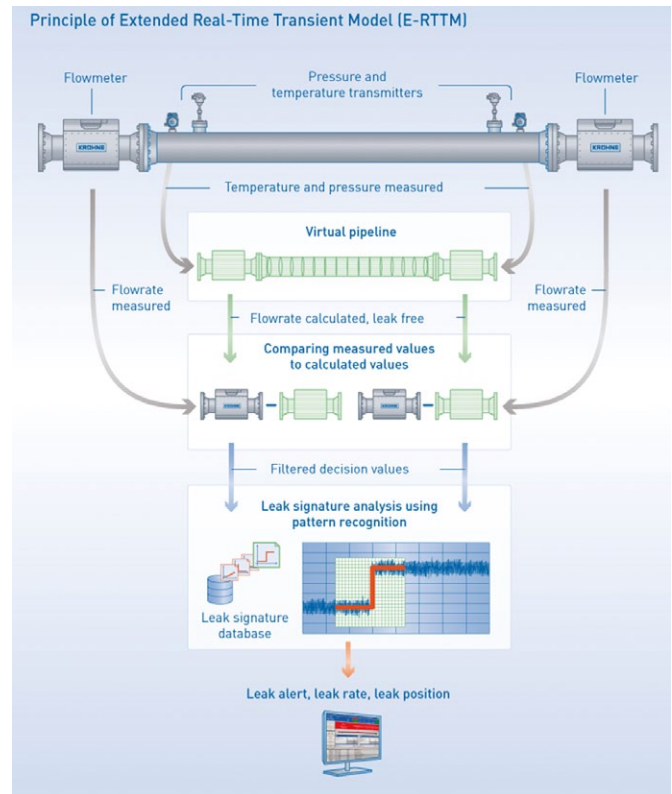
Po wyjaśnieniu kwestii wymagań wynikających z uwarunkowań prawnych operator rurociągu powinien rozważyć inne – mające wpływ na wybór systemu wykrywania

wycieków – czynniki, takie jak: parametry techniczne i środowiskowe – np. długość rurociągu, jego lokalizacja nadziemna, podziemna lub podmorska, czy też ilość, rodzaje oraz objętości poszczególnych transportowanych produktów. Ważną – wartą rozważenia – kwestią jest także pożądaný rodzaj monitoringu: wewnętrznego (z wykorzystaniem – najczęściej już zainstalowanych – pomiarów procesowych) lub zewnętrznego (z wykorzystaniem dodatkowych, specjalnych pomiarów).

Kolejny krok to przegląd dostępnych na rynku systemów. Założywszy użycie systemu wewnętrznego, preferowanego na całym świecie, możliwości wyboru zawężone zostają do kilku systemów wykorzystujących różne zasady matematyczne i fizyczne. Wiodącą obecnie technologią nazwaną jest Modelem Przejściowym Czasu Rzeczywistego, RTTM (*Real-Time Transient Model*), i polega na ciągłym porównywaniu wartości pomiarów wykonywanych w fizycznie eksploatowanym rurociągu z obliczeniami wykonywanymi w tzw. wirtualnym rurociągu, będącym jego matematycznym modelem w postaci działającej w czasie rzeczywistym symulacji komputerowej. Firma KROHNE – bazując od ponad 30 lat na własnych doświadczeniach i badaniach rozwojowych – wprowadziła na rynek rozszerzoną, obecnie najnowocześniejszą wersję technologii, nazwaną E-RTTM (*Extended RTTM*), w której pojawił się dodatkowy komponent – baza wzorców (tzw. sygnatur) wycieku lub kradzieży.

Wiąże się to z podkreśleniem powszechnie docenianej kwestii, jaką jest nadmiarowość systemu wykrywania i lokalizacji wycieków lub kradzieży. Już w 2012 roku amerykański Departament Rurociągów Transportowych oraz Bezpiecznej Obsługi Materiałów Niebezpiecznych opublikował studium dotyczące wykrywania wycieków pod nazwą DTPH5611-D-000001, w którym stwierdza się: „System wykrywania wycieków zawsze powinien być nadmiarowy w sensie wykorzystania wielu różniących się od siebie i wzajemnie rekompensujących swe słabości technik”. Ponadto występuje tam fragment, w którym stwierdza się, iż „nie ma powodu, dla którego kilka różnych wewnętrznych metod wykrywania wycieków nie miałyby być wdrażanych w tym samym czasie. W istocie, podstawowa zasada inżynierskiej solidności (tzw. dobra praktyka inżynierska) wymaga równoległego stosowania co najmniej dwóch, opierających się na całkowicie odrębnych zasadach fizycznych, metod. Przykładem jest zastrzeżony przez firmę KROHNE system Extended-RTTM, który wykorzystuje technologię RTTM wspólnie z kilkoma innymi technikami zalecanymi w dokumencie API 1130”.

System wykrywania wycieków klasy E-RTTM tworzy matematyczny model (wirtualny obraz) rurociągu na podstawie rzeczywistych danych pomiarowych pochodzących z przepływomierzy oraz czujników temperatury i ciśnienia zainstalowanych na wlocie i wylocie rurociągu – co jest warunkiem podstawowym – oraz zainstalowanych wzdłuż rurociągu w miejscach takich, jak stacje pomp i zaworów – co jest warunkiem uzupełniającym i podnoszącym jakość działania całego systemu. Na podstawie wartości ciśnienia i temperatury mierzonych w rzeczywistym rurociągu w każdym punkcie wirtualnego rurociągu obliczane są teoretyczne wartości przepływu, ciśnienia, temperatury i gęstości. Następnie tak obliczone teoretyczne



Rys. 1. Ogólny schemat systemu PipePatrol

wartości przepływu porównywane są z rzeczywistymi wartościami przepływu pochodzącymi z zainstalowanych przepływomierzy. W przypadku, gdy system wykryje rozbieżności pomiędzy wartościami przepływu obliczonymi i zmierzonymi, moduł analizy sygnatur wycieku (lub kradzieży) w oparciu o bazę danych sygnatur wycieku (lub kradzieży) ustali, czy ww. rozbieżności spowodowane zostały np. błędem przyrządu czy stopniowym wyciekiem, czy też wyciekiem o charakterze nagłym (rys. 1).

Obliczeniowe możliwości nowoczesnych komputerów pozwalają na analizę sygnatur wycieków poprzez zastosowanie wydajnego testowania hipotez statystycznych, przewyższającego czas wykrywania staromodnego algorytmu SPRT A. Walda z 1942 r. przy jednoczesnym zapewnieniu takiego samego poziomu pewności wyników. W oparciu o nowoczesne testy statystyczne moduł analizy sygnatur podejmuje decyzję, czy w rurociągu ma miejsce wyciek, czy pojawiło się inne zdarzenie o charakterze dynamicznym. Należy przy tym podkreślić, że działanie modułu analizy sygnatur ma kluczowe znaczenie dla niezawodności całego systemu, ponieważ przede wszystkim zapewnia wysoki stopień ochrony przed fałszywymi alarmami.

Kryteria wydajności podane w dokumencie API RP 1130 można potraktować jako użyteczny przewodnik po szczegółowych funkcjach konkretnego systemu klasy E-RTTM, który zapewnia zarówno wysoki stopień czułości, jak i szybkie wykrywanie wycieków, natomiast samo porównywanie rozbieżności między wartościami obliczonymi i mierzonymi z sygnaturami wycieków z bazy danych zapewnia wysoki stopień ochrony przed fałszywymi alarmami. Systemy wykrywania wycieków oparte na technologii E-RTTM radzą sobie ze zmiennymi lub

prześciowymi (nieustalonymi) warunkami pracy, których nie są w stanie poprawnie obsłużyć systemy mniej wyrafinowane. Naturalnym środowiskiem obliczeniowym systemów klasy E-RTTM są wartości dynamiczne – system może automatycznie i bardzo szybko dostosowywać się do zmiennych warunków pracy, takich jak awaria czujnika, awaria komunikacji, zamknięcie lub otwarcie zaworu czy zmiana produktu w rurociągu.

Dokładność ustalenia miejsca wycieku przez system E-RTTM wynika z połączenia trzech różnych metod lokalizacji wycieku – metody przecięcia gradientów, metody propagacji fali podciśnienia i rozszerzonej metody propagacji fali podciśnienia. System oblicza najbardziej prawdopodobne miejsca wycieków, porównując wyniki pochodzące ze wszystkich trzech metod. Metoda przecięcia gradientów wykorzystuje profil (rozkład) ciśnienia wzdłuż rurociągu, który w przypadku wycieku przyjmuje charakterystyczny załamany kształt (rys. 2). Statyczne ciśnienie w rurociągu z cieczą bez wycieku obniża się w sposób liniowy (linia niebieska), natomiast w przypadku wycieku pojawiają się dwa gradienty o różnych nachyleniach (linie pomarańczowe). Miejsce wycieku można określić, obliczając punkt ich przecięcia.

Drugi sposób lokalizacji wycieku realizowany jest metodą propagacji fali podciśnienia. Przy dostatecznie dużym i nagłym wycieku, wynikającym na przykład z uszkodzenia rurociągu przez koparkę, w miejscu wycieku powstaje fala podciśnienia, która rozprzestrzenia się z prędkością dźwięku w obu kierunkach wzdłuż rurociągu. Pozycja wycieku może zostać obliczona poprzez porównanie czasu przybycia fali podciśnienia do przetworników ciśnienia zamontowanych na wlocie oraz na wylocie rurociągu (rys. 3).

Rozszerzona metoda propagacji fali podciśnienia opiera się na takiej samej zasadzie fizycznej, jak metoda podstawowa, jednak z dodatkowym uwzględnieniem wartości pomiarów pochodzących od przetworników ciśnienia zainstalowanych pomiędzy wlotem a wylotem rurociągu – na przykład w stacjach pomiarowych i kontrolnych rozmieszczonych wzdłuż jego przebiegu. Ponadto uwzględnia się w tej metodzie prędkość rozchodzenia się fali dźwiękowej charakterystyczną dla bieżącego produktu. Taki wariant metody pozwala uzyskać dokładniejszą lokalizację wycieku dzięki redukcji błędów spowodowanych opóźnioną reakcją przetworników ciśnienia lub opóźnieniem związanym z przesyłaniem sygnału (rys. 4).

System PipePatrol może być integrowany z dowolną nową lub istniejącą infrastrukturą – w sensie zarówno systemu sterowania, jak i zastosowanej technologii pomiarowej. Przykład bardziej złożonej konfiguracji pokazano na rysunku 6.

System detekcji i lokalizacji wycieków klasy E-RTTM, jakim jest PipePatrol firmy KROHNE, stosowany jest do monitorowania zarówno rurociągów z produktami ciekłymi, jak i gazowymi (w tym rurociągów transportujących gazy skroplone lub produkty nadkrytyczne), spełniając przy tym wszystkie wymagania określone w dokumentach API RP 1130 oraz CSA Z662 załącznik E.

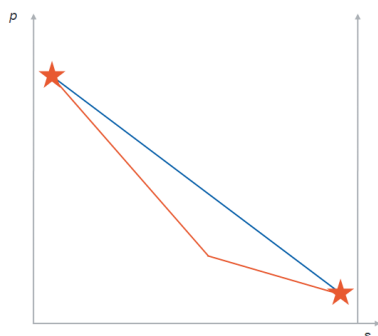
PipePatrol jest bardzo łatwy w użyciu – zwykle instalowany jest na dedykowanym serwerze i działa w pełni autonomicznie. Interfejs użytkownika bądź instalowany jest na oddzielnej operatorskiej stacji roboczej, bądź jest integrowany z istniejącym systemem sterowania (rys. 5). Charakterystyczną funkcjonalną cechą interfejsu użytkownika jest jego intuicyjna i zoptymalizowana obsługa – prezentowane są jedynie takie informacje, jakich potrzebuje aktualny użytkownik w swoim zakresie pracy.

Nauka operatorskiej obsługi systemu trwa tylko kilka godzin. Oprócz wizualizacji warunków pracy rurociągu system PipePatrol może wskazywać miejsca wycieków na mapie, co upraszcza i przyspiesza pracę zespołów terenowych. Interfejs Ethernet oraz interfejsy szeregowo obsługują takie protokoły, jak OPC, Modbus TCP/IP, Modbus Serial, HART oraz PROFIBUS.

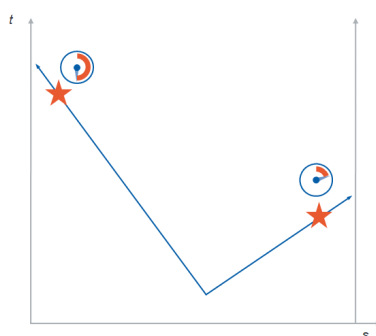
Przykład aplikacji

Oprócz standardowych zastosowań (pojedyncze rurociągi z cieczami i gazami, gazami skroplonymi i produktami nadkrytycznymi) PipePatrol może także monitorować sieci rurociągów. Przykładowa aplikacja w Kanadzie pokazuje, jak szybko i precyzyjnie funkcjonuje wykrywanie wycieków w praktyce.

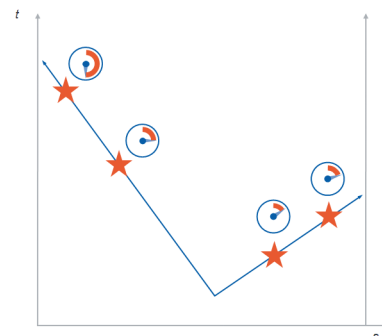
Jedną z głównych firm branży oleju i gazu obsługuje kilka rurociągów, w przypadku których zakłada się spełnienie wymagań określonych w dokumencie CSA Z662 załącznik E. Po dokładnych konsultacjach firma zdecydowała się na zastosowanie systemu detekcji i lokalizacji wycieków PipePatrol. Oferent – firma KROHNE – uruchomiła, skonfigurowała i dostroiła system do bieżących warunków w miejscu jego eksploatacji. W trakcie – zgodnej z normami ISO 9001 – realizacji projektu przygotowana została i przekazana klientowi



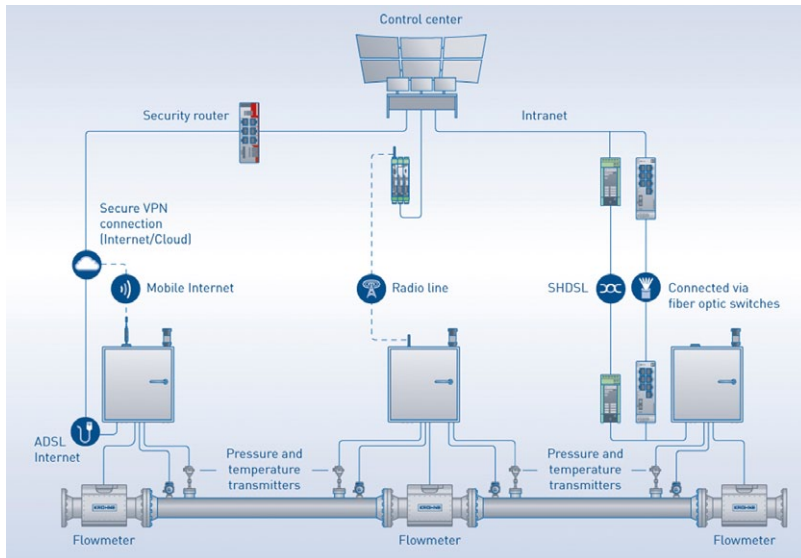
Rys. 2. Lokalizacja wycieku metodą przecięcia gradientów



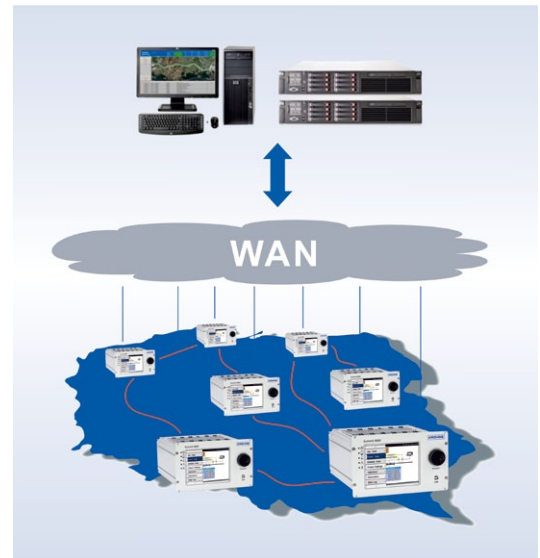
Rys. 3. Lokalizacja wycieku metodą propagacji fali podciśnienia



Rys. 4. Lokalizacja wycieku przy pomocy rozszerzonej metody propagacji fali podciśnienia



Rys. 5. Podstawowa topologia systemu PipePatrol



Rys. 6. Rozszerzona topologia systemu PipePatrol

dokumentacja spełniająca wymagania określone w dokumencie CSA Z662 Załącznik E.

System PipePatrol – na życzenie klienta – zintegrowany został z istniejącym systemem monitorowania rurociągu, wykorzystując przy tym wartości pomiarowe dostarczane przez system sterowania procesem. W ramach testów odbioru końcowego (SAT) wykonano testy wycieków, symulując rzeczywiste wycieki poprzez zastosowanie zaworów i odbiór produktu przez podstawione cysterny drogowe – osiągając następujące wyniki:

Pierwszy rurociąg to rurociąg kondensatu o długości 24 690 m. Miejsce odbioru cieczy znajdowało się blisko wylotowego przepływomierza rurociągu. Próg wykrywania wycieków ustawiono na wartość 1,1 m³/h. Po rozpoczęciu testu, przy ustalonej na 5 m³/h wartości wycieku, system rozpoznał sygnaturę wycieku (przeszedł do stanu *Leak Signature Detected*) w ciągu 55 sekund; po upływie 2 minut i 30 sekund osiągnął pożądany statystyczny poziom ufności i wygenerował alarm wycieku.

Do chwili wygenerowania alarmu całkowita ilość cieczy, która wyciekła z rurociągu, wyniosła 208 litrów. Przy pomocy metody przecięcia gradientów system obliczył pozycję wycieku, określając jego lokalizację na 24 689 metrze, stosując zaś równoległe metodę propagacji fali podciśnienia, określił jego lokalizację na 24 677 metrze – obie obliczone lokalizacje wycieku oddalone były od rzeczywistego miejsca wycieku (poboru produktu) o mniej niż 0,1% długości rurociągu.

Drugi rurociąg to przesyłowy rurociąg ropy naftowej o długości 59 700 m. Miejsce odbioru cieczy znajdowało się blisko wlotowego przepływomierza rurociągu. Próg wykrywania wycieków ustawiono na wartość 3 m³/h. Po rozpoczęciu testu, przy ustalonej na 3,5 m³/h wartości wycieku, system rozpoznał sygnaturę wycieku (przeszedł do stanu *Leak Signature Detected*) w ciągu 50 sekund; po upływie 6 minut i 40 sekund osiągnął pożądany statystyczny poziom ufności i wygenerował alarm wycieku.


Do chwili wygenerowania alarmu całkowita ilość cieczy, która wyciekła z rurociągu, wyniosła 380 litrów. Przy pomocy metody przecięcia gradientów system obliczył pozycję wycieku,

określając jego lokalizację na 0 metrze – obliczona lokalizacja wycieku oddalona była od rzeczywistego miejsca wycieku (poboru produktu) o mniej niż 0,1% długości rurociągu. Metodę propagacji fali podciśnienia wyłączono w tym teście ze względu na chwilową niedostępność systemu znaczników czasu dla pomiarów – została ona w międzyczasie aktywowana.

Wniosek

Nowoczesne systemy detekcji i lokalizacji wycieków opierają się na różnych modelach matematycznych i fizycznych. Przy wyborze systemu należy wziąć pod uwagę właściwości rurociągu oraz obowiązujące wymogi prawne. Najbardziej zaawansowane dostępne obecnie rozwiązania to systemy klasy E-RTTM – gwarantujące niezawodne wykrywanie wycieków w przypadku różnych rodzajów i długości rurociągów w ustalonych oraz przejściowych warunkach ich pracy. System PipePatrol firmy KROHNE może być instalowany w sposób niezależny albo integrowany z istniejącymi instalacjami pomiarowymi oraz systemami sterowania.

Należy także zwrócić uwagę na fakt, iż obecnie istnieje już szereg norm i rekomendacji określających wymagania w stosunku do systemów wykrywania i lokalizacji wycieków z rurociągów – zarówno o charakterze krajowym lub międzynarodowym, takich jak TRFL (Niemcy), API RP 1130, 1175 i 1149 (USA), 49 CFR 195 (USA), CSA Z662 (Kanada), SS 512 (Singapur); jak i o charakterze zakładowym, takich jak Shell DEP 31.40.60.11-Gen, Kuwait Oil Company Recommended Practice KOC-MP-039, DOW Global LDS Standard czy Saudi Aramco SAES SAES-Z003.

 Daniel Vogt – KROHNE Messtechnik GmbH
Bogdan Szutowski – KROHNE Polska

Nowa seria DPI 705E zapewnia dokładne i niezawodne monitorowanie ciśnienia i temperatury w środowiskach przemysłowych

RS Components oferuje szereg ulepszonych wskaźników ciśnienia i temperatury firmy Druck

RS Components (RS) – marka handlowa spółki Electrocomponents plc (LSE: ECM), globalny partner w zakresie rozwiązań wielokanałowych dla klientów przemysłowych i dostawców – teraz oferuje nową rodzinę DPI 705E, ręcznych wskaźników ciśnienia i temperatury firmy Druck, światowego lidera w dziedzinie czujników piezorezystancyjnych oraz przyrządów do testów i kalibracji.

Asortyment obejmuje dwie wersje – DPI 705E do użytku w strefach bezpiecznych i DPI 705E-IS (iskrobezpieczny) do użytku w strefach niebezpiecznych. Modele te łączą w sobie mocną, trwałą konstrukcję oraz stanowią rozwinięcie i zastępują cenioną rodzinę DPI 705. Przyrządy są zaprojektowane do obsługi jedną ręką i wprowadzają nowe i ulepszone funkcje, aby zapewnić jeszcze większą dokładność i niezawodne monitorowanie ciśnienia lub temperatury podczas uruchamiania, wykrywania usterek i testowania systemu, w tym testowania szczelności.

Główną zaletą rodziny DPI 705E jest zwiększona dokładność, zapewniająca 12-miesięczną niepewność do 0,05% pełnej skali (FS) w zakresie temperatur od -10°C do $+50^{\circ}\text{C}$. Obejmuje szeroki zakres ciśnień – od 25 mbarów do 1400 barów w konfiguracjach bezwzględnych lub różnicowych.

DPI 705E i DPI 705E-IS mają zintegrowane czujniki ciśnienia i są zaprojektowane do bezpośredniego połączenia z zewnętrznym zdalnym ciśnieniem lub opcjonalnymi zdalnymi czujnikami rezystancyjnego czujnika temperatury (RTD) typu *plug-and-play*, zapewniając jeszcze większą elastyczność podczas pracy w terenie. Każdy czujnik ciśnienia zawiera zintegrowane dane kalibracyjne, co oznacza, że jeden DPI 705E może być używany z wieloma zdalnymi czujnikami, co pozwala na pomiar różnych zakresów w kilka sekund. Czujniki przechowują



zapis daty kalibracji, która jest przekazywana operatorowi przez odliczanie „wymaganej kalibracji”, pokazane na wyświetlaczu wskaźnika ciśnienia.

Funkcję testu szczelności można szybko skonfigurować w ciągu jednej, trzech lub pięciu minut. Energooszczędna konstrukcja oznacza, że wskaźniki mogą być używane przez osiem godzin dziennie, sześć dni w tygodniu przez rok przy użyciu jednego zestawu baterii.

Produkty DPI 705E są wytrzymałe, proste w użyciu i nadają się do powszechnych zastosowań w branżach takich, jak media, HVAC, sprzęt medyczny, laboratoria metrologiczne i pomieszczenia sterylne, a także do obsługi i konserwacji.

Wskaźniki ciśnienia i temperatury DPI 705E i DPI 705E-IS są teraz wysyłane z RS w regionie EMEA oraz Azji i Pacyfiku.



RS Components Sp. z o.o.

ul. Domaniewska 48

02-672 Warszawa

tel. 22 223 11 11

fax 22 223 11 00

e-mail: bok@rspoland.com

pl.rs-online.com

Wstępnie zmontowane sygnalizatory kaskadowe LED RS PRO zapewniają szybką i ekonomiczną sygnalizację stanu sprzętu

RS Components prezentuje modułowe wieże sygnalizacyjne LED

RS Components (RS) – marka handlowa Electrocomponents plc (LSE: ECM), globalnego dystrybutora wielokanałowego produktów i rozwiązań przemysłowych i elektronicznych – wzbogaciła swoją ofertę o wstępnie zmontowane i okablowane modułowe wieże sygnalizacyjne LED serii RS PRO, które zapewnią inżynierom automatyki OEM i nabywcom usług konserwacyjnych ekonomiczne rozwiązanie do wizualnej sygnalizacji awarii urządzeń i innych stanów maszyn. Oprócz wstępnie zmontowanych kolumn sygnalizacyjnych gama produktów RS PRO obejmuje blisko 120 pojedynczych elementów świetlnych LED, sygnalizatory akustyczne oraz wstępnie okablowane podstawy wieży, które można zamontować zgodnie z indywidualnymi wymaganiami.

Wstępnie zmontowane i okablowane wieże sygnalizacyjne RS PRO, dostępne w eliptycznej kopułkowej oraz cylindrycznej wieżowej wersji, zwiększają bezpieczeństwo i wydajność urządzeń sterujących i automatyki. W zestawie znajdują się dwa (czerwone i zielone) lub trzy (czerwone, pomarańczowe i zielone) moduły świetlne LED, które można szybko zamontować na podstawach o średnicy 100 mm, 70 mm lub 50 mm. Wstępne okablowanie ułatwia przypisanie kolorów do funkcji i przełączanie sygnałów wyjściowych poszczególnych kolorowych modułów. Opcje elementów świetlnych obejmują ustawienia świecenia w trybie ciągłym lub przerywanym oraz różne efekty świetlne.

Wstępnie zmontowane moduły wieży sygnalizacyjnej można szybko zdemonstrować i ponownie zamontować bez użycia narzędzi lub odłączania zasilania – np. w celu dodania lub wymiany modułów LED. Wszystkie one są ergonomicznie zaprojektowane i zabezpieczone przed wnikaniem wody zgodnie z wymogami klasy IP66.

Poszczególne elementy świetlne są dostępne w wersjach z niebieskimi, pomarańczowymi, czerwonymi, zielonymi, żółtymi lub białymi diodami LED. Dostępne są również piezoelektryczne moduły alarmu akustycznego, które oferują do 16 opcji ciągłego lub przerywanego sygnału dźwiękowego, oraz czerwone słupki ostrzegawcze LED.

Wstępnie okablowane moduły podstawy RS PRO są wyposażone w siedem styków elektrycznych, dzięki czemu każdy może obsługiwać do siedmiu modułów LED lub sześć modułów LED i moduł sygnalizatora akustycznego. Połączenie elektryczne zapewnia zabezpieczone złącze klasy IP20. Szeroka gama akcesoriów montażowych obejmuje podstawy do montażu powierzchniowego na płaskich powierzchniach, wsporniki do montażu ściennego oraz wysięgniki masztowe o różnych długościach.

Dostępne są opcje zasilania 12–24 V AC/DC oraz 120/240 V AC.

Modułowe wieże sygnalizacyjne LED RS PRO są obecnie dostępne w ofercie firmy RS w regionach EMEA oraz Azji i Pacyfiku.

Informacje o RS Components

RS Components to marka handlowa spółki Electrocomponents plc. Oferujemy ponad 500 000 produktów przemysłowych i elektronicznych pochodzących od ponad 2500 wiodących dostawców oraz świadczymy szeroką gamę usług na najwyższym poziomie ponad milionowi klientów. Działamy w 32 krajach i wysyłamy ponad 50 000 przesyłek dziennie.

Wspieramy klienta przez cały cykl życia produktu, oferując innowacje i wsparcie techniczne na etapie projek-

owania, skrócenie czasu wprowadzenia produktu na rynek i zwiększenie wydajności w fazie realizacji oraz zmniejszenie kosztów zakupu i optymalizację stanów magazynowych w fazie utrzymania. Oferujemy naszym klientom dostosowane produkty i usługi niezbędne dla pomyślnego funkcjonowania ich działalności oraz pomagamy im oszczędzać czas i pieniądze.

Spółka Electrocomponents jest notowana na Londyńskiej Giełdzie Papierów Wartościowych i w zeszłym roku finansowym, na dzień 31 marca 2019 roku, osiągnęła przychody rzędu 1,88 mld funtów brytyjskich. Electrocomponents posiada siedem marek: RS Components, Allied Electronics & Automation, RS PRO, OKdo, DesignSpark, IESA i Monition.



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

XV edycja Konkursu miesięcznika

napędy miesięcznik
i sterowanie naukowo-
techniczny

**PRODUKT
ROKU 2020**

Konkurs rozstrzygnięty!

K. Zając



Redakcja miesięcznika „Napędy i Sterowanie” zorganizowała kolejną edycję konkursu, którego celem było wyróżnienie nowych urządzeń i rozwiązań technicznych oraz przedstawienie ich Czytelnikom. Konkurs organizowany był pod patronatem Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH.

Posiedzenie Komisji Konkursowej odbyło się 2 czerwca 2021 r. w Katedrze Automatyki i Robotyki AGH w Krakowie, a zgłoszone do Konkursu produkty i rozwiązania zostały ocenione podczas spotkania przez niezależne jury, składające się z przedstawicieli AGH.

W skład Komisji weszli:

- Prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz;
- Prof. dr hab. inż. W. Byrski;
- Dr hab. inż. Krzysztof Oprzędkiewicz, prof. AGH.

Po zapoznaniu się z przesłanymi propozycjami Komisja jednogłośnie zadecydowała o przyznaniu medali w sześciu kategoriach:

- Nowe maszyny i technologie
 - Poprawa bezpieczeństwa
 - Napędy i silniki
 - Systemy sterowania procesami i układami
 - Urządzenia pomiarowe i czujniki
- następującym urządzeniom i rozwiązaniom, spełniającym kryteria innowacyjności:

Nowe maszyny i technologie

- VIMS Sp. z o.o.
Iris CM™
- Beckhoff Automation Sp. z o.o.
XPlanar

Poprawa bezpieczeństwa

- 5sAUTOMATE Sp. z o.o.
AIRSKIN
- COMPARTA Zajdel Sp. z o.o.
HG1P
- HELUKABEL Polska Sp. z o.o.
PRZEDŁUŻACZ HELUPOWER REFLECT
- nagroda redakcji

Napędy i silniki

- Zakład Energoelektroniki TWERD Sp. z o.o.
Typoszereg falownikowych napędów samochodowych FNS
- ABI SERWIS Jakub Rybacki
Silniki „Dyneo+”

Systemy sterowania procesami i układami

- Bosch Rexroth Sp. z o.o.
ctrlX CORE

Urządzenia pomiarowe i czujniki

- Pepperl+Fuchs Sp. z o.o.
Skaner wielowiązkowy R2300
- Endress+Hauser Polska sp. z o.o.
Radarowa sonda poziomu IIoT Micropilot FWR30
- nagroda redakcji

Komisja konkursowa podczas analizy produktów brała pod uwagę innowacyjność danego produktu, możliwy krótki okres stosowania na świecie, potencjał rozpowszechnienia, podnoszenie efektywności w działaniu i bezpieczeństwo. Założenia te były podstawą zgłoszonych produktów. Konkurs NiS PRODUKT ROKU 2020 pokazuje zatem światowe trendy w automatyce i rozwiązania wprowadzane do polskiego przemysłu.

Nagrodzone produkty z pewnością będą inspiracją dla nowych projektów i wdrożeń pozwalających na sprawniejszą i bardziej efektywną produkcję.

W imieniu całej redakcji pisma zwycięzcom Konkursu oraz wszystkim jego uczestnikom serdecznie gratulujemy innowacyjnych, nowoczesnych rozwiązań.

Poniżej oraz na kolejnych stronach pisma zapraszam Państwa do szerszej lektury na temat produktów konkursowych.

VIMS Sp. z o.o.

Iris CM™

Iris CM™ to rozwiązanie do ciągłego monitorowania maszyn, które kontroluje maszyny za pomocą trzech kamer, w dłuższym okresie czasu. Iris CM™ umożliwia wizualizację na żywo maszyn i instalacji oraz ustawianie poziomów wyzwalania do rejestrowania zdarzeń, które mają

miejsce, gdy obsługi nie ma w pobliżu, a także wydobywania i analizowania danych z ciągłej pętli nagrywania w celu znalezienia przyczyny zarówno nagłej, jak i długotrwałej awarii.

Więcej na str. 24

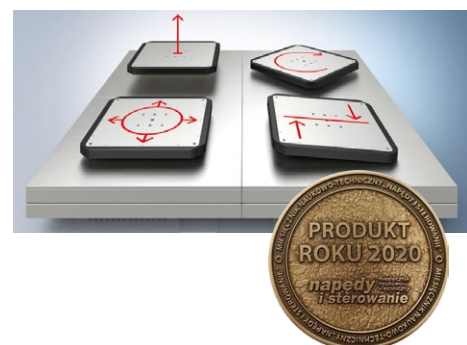


Beckhoff Automation Sp. z o.o.

XPlanar

XPlanar, to innowacyjny system transportowy, który łączy zalety konwencjonalnego podejścia i dodaje efekt swobodnego przepływu produktów. W efekcie oferuje szeroką gamę nowych funkcji obsługi produktów w obrębie jednej maszyny lub pomiędzy kilkoma maszynami. Podobnie jak w przypadku autonomicznych pojaz-

dów, użytkownik korzysta ze swobody dowolnego przemieszczania nośników. XPlanar łączy tę elastyczność z dynamiką znaną z silników liniowych przez co oferuje bezkonkurencyjną optymalizację czasu cykli produkcyjnych między innymi poprzez koncepcję pozycjonowania produktu także w trakcie przetwarzania.

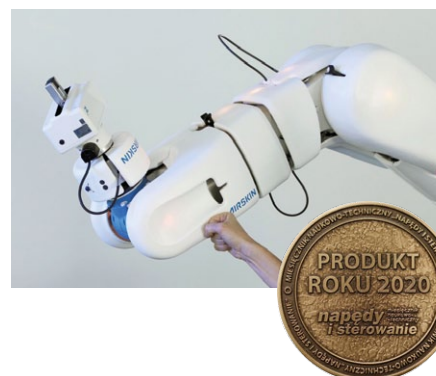


5sAUTOMATE Sp. z o.o. AIRSKIN

AirSkin – to modularna nakładka bezpieczeństwa w formie panelu, obudowy robota lub flanszy bezpieczeństwa, wyposażona w czujniki wrażliwe na zmiany ciśnienia wewnątrz panelu. Czujniki odczytują te zmiany co 4 ms i reagują w ciągu 5–7 ms na dotyk, powodując

natychmiastowe zatrzymanie robota przy minimalnych skutkach kontaktu ze względu na miękkie materiały i bufor. AirSkin posiada najwyższą kategorię bezpieczeństwa Ple i posiada już referencje znanych marek światowych.

[Więcej na str. 25](#)



COMPARTA Zajdel Sp. z o.o. HG1P – ręczny uniwersalny panel operatorski HMI z funkcjami bezpieczeństwa

Przeznaczony jest do obsługi operatorskiej wszelkiego rodzaju maszyn wymagających w czasie pracy lub serwisu inspekcji wizualnej, w trakcie której operator lub serwisant maszyny musi mieć dostęp do maszyny z wielu jej stron, jednocześnie posiadając możliwość sterowania nią. Dzięki wbudowanym elementom bezpieczeństwa, takim

jak przycisk zezwolenia i przycisk E-stop, może być w zgodzie z normami używany w pracach w strefie niebezpiecznej. Urządzenie posiada dotykowy panel graficzny, 12 przycisków i przełącznik. Innowacyjna ergonomia. Waga tylko 500 g (bez kabla) mimo mocnej obudowy odpornej na upadek z wysokości 1,5 m. [Więcej na str. 26](#)



HELUKABEL Polska Sp. z o.o. PRZEDŁUŻACZ HELUPOWER REFLECT

Przedłużacze HELUPOWER REFLECT są zaprojektowane tak, aby połączyć funkcję zasilania i sygnalizacji optycznej. Specjalna żółta folia odbłaskowa (DIN 67520), którą owinięty jest przewód, odbija światło w kierunku jego źródła, niezależnie od kąta padania. „Świecące” przewody HELUPOWER REFLECT zapewniają

widoczność w różnych warunkach atmosferycznych, zwiększając tym samym bezpieczeństwo użytkownika. Mogą być wykorzystane na przystaniach i w portach jachtowych, w kopalniach i przy budowie tuneli oraz przez służby mundurowe.

[Więcej na str. 28](#)



Zakład Energoelektroniki TWERD Sp. z o.o. Typoszerzeg falownikowych napędów samochodowych FNS

Typoszerzeg falownikowych napędów samochodowych (FNS) przeznaczony jest do zastosowania w samochodach elektrycznych: osobowych (FNS60) i ciężarowych (FNS70). Może być także zastosowany jako napęd do łodzi i statków z opcją sterowania bezczujnikowego

silnikiem synchronicznym PMSM, a także innych pojazdów i maszyn. FNS może pracować z silnikami PMSM trójfazowymi, jak i sześciofazowymi. Możliwe jest wykonanie specjalnej wersji laboratoryjnej dla jednostek badawczo-rozwojowych. [Więcej na str. 27](#)



ABI SERWIS Jakub Rybacki Silniki „Dyneo+”

Silniki „Dyneo+” – synchroniczne reluktancyjne, połączone z magnesami trwałymi, kompaktowej budowy od 11 do 355 kW i o prędkościach do 6000 min⁻¹.

Cechy wyjątkowe:

- specjalna konstrukcja wirnika zwiększająca stosunek mocy do jego wagi;
- sprawność silników powyżej normy IE5 zgodnej z IEC60034-30-2 i NEMA Super Premium;
- bardzo dobre osiągi poprzez gwarantowany moment w szerokim zakresie obrotów;
- wysoki moment rozruchowy przy wyeliminowaniu potrzeby enkodera;
- redukcja strat temperatury pracy silnika skutkująca wysoką sprawnością, dłuższymi interwałami przeglądów serwisowych;
- kompaktowa budowa i kompatybilność z wielkościami norm IEC.



Napędy i silniki

Bosch Rexroth Sp. z o.o. ctrlX CORE

Skalowalny i kompaktowy system sterowania ctrlX CORE wyznacza nowe standardy w dziedzinie technologii automatyzacji. Dzięki otwartej i elastycznej architekturze ta technologia bazująca na systemie operacyjnym Linux i procesorze wielordzeniowym eliminuje gra-

nice pomiędzy komputerem przemysłowym, wbudowanymi platformami systemowymi i rozwiązaniami opartymi na napędzie. „Jeden system sterowania do wszystkiego” – to mniej projektowania, mniej komponentów i większa wydajność.



Systemy sterowania, procesami i układami

Pepperl+Fuchs Sp. z o.o. Skaner wielowiązkowy R2300

Skaner wielowiązkowy R2300 obsługuje cztery warstwy skanowania za pomocą jednego czujnika 3D LiDAR, dostarczając znacznie więcej danych pomiarowych na temat wykrywanego obszaru. Niezawodnie wykrywa nawet najmniejsze struktury i kontury obiektów. Zastosowanie technologii PRT gwarantuje bardzo dokładne

i wiarygodne pomiary, niezależnie od warunków otoczenia i kształtu obiektu. Użycie tylko jednego skanera wielowarstwowego zamiast kilku czujników zmniejsza koszty instalacji oraz obsługi pozyskanych danych.

Więcej na str. 30



Urządzenia pomiarowe i czujniki

Endress+Hauser Polska sp. z o.o. Radarowa sonda poziomu IIoT Micropilot FWR30

Radarowa sonda poziomu IIoT Micropilot FWR30 z własnym zasilaniem, zapewniającym nieprzerwaną pracę nawet przez 10 lat. Dzięki swoim kompaktowym rozmiarom pozwala na łatwe monitorowanie lokalizacji oraz poziomu napełnienia zbiorników, w tym np. paletojemników. Wbudowany moduł GSM/LTE

i integracja z chmurą Endress+Hauser, a także systemami ERP użytkowników umożliwiają monitoring i alarmowanie o osiągnięciu stanu minimalnego oraz konieczności uzupełnienia zapasów z każdego miejsca na świecie.

Więcej na str. 31



Urządzenia pomiarowe i czujniki




Rys. 3. Widok przewodu HELUPOWER® REFLECT

Przewody HELUPOWER® REFLECT (rysunek 3) są zaprojektowane tak, aby połączyć funkcję zasilania i sygnalizacji optycznej. Specjalna żółta taśma odblaskowa (o własnościach zgodnych z DIN 67520 – analogicznych jak wymagane dla znaków drogowych), którą owinięty jest przewód, odbija światło w kierunku jego źródła, niezależnie od kąta padania. „Świecące” przewody HELUPOWER® REFLECT zapewniają doskonałą widoczność w różnych warunkach atmosferycznych, zwiększając tym samym bezpieczeństwo użytkowania. Przewody znajdują zastosowanie między innymi jako przedłużacze (rysunek 2), produkowane są także w wersji spiralnej. Mogą być wykorzystane poza stanowiskami roboczymi na halach maszyn, przez służby mundurowe: policję, wojsko, straż pożarną, w ruchu drogowym, w kopalniach i budowie tuneli czy w przemyśle rozrywkowym.

Przedłużacze HELUPOWER® REFLECT są również bardzo odporne na różnorodne warunki eksploatacyjne, co czyni je bardzo uniwersalnymi:

- giętkość klasy 6;
- zakres temperatur od -20°C do $+40^{\circ}\text{C}$;
- napięcie pracy 250 V;
- minimalny promień gięcia:
 - elastycznie 10 x średnic przewodu,
 - stacjonarnie 5 x średnic przewodu;
- dobra widoczność w warunkach ograniczonej ilości światła;
- wysoka wytrzymałość na ścieranie;
- odporny na promieniowanie UV;
- materiały użyte do produkcji nie zawierają silikonu i kadmu ani substancji utrudniających nanoszenie trwałych nadruków na powłocę zewnętrznej. ■

1. Wiele osób, wykonując ocenę ryzyka dla tego przypadku, popełnia błąd, podświadomie przyjmując jako potencjalną ciężkość szkody od razu ryzyko upadku, czyli biorąc pod uwagę potencjalną ciężkość szkody razem z prawdopodobieństwem zdarzenia oraz możliwością jego uniknięcia, a także względnie niską ekspozycję!

 Marek Trajdos, Helukabel Polska

 **HELUKABEL®**

 **HELUKABEL®**

ELASTYCZNE I ODBLASKOWE PRZEDŁUŻACZE HELUPOWER® REFLECT



Wtyk CEE/gniazda typu E dostępne w wersjach bębnowej i prostej



Dobra widoczność w warunkach ograniczonej ilości światła



Wysoka wytrzymałość na ścieranie



Odporność na promieniowanie UV



Odporność na zachłapanie i hydrolizę



Sygnalizacja pracy pod obciążeniem prądowym



sklephelukabel.pl

Smart Function Kit – wyższy poziom obsługi

System Smart Function Kit do obsługi zadań w obszarze przenoszenia bazuje na kartezjańskim układzie jedno- lub wieloosiowym, który w sposób niezawodny i precyzyjnie przemieszcza komponenty lub przedmioty obrabiane w określonej przestrzeni. Sprawdzona technika przemieszczeń liniowych firmy Bosch Rexroth została połączona z innowacyjną technologią sterowania oraz oprogramowaniem w idealnie dostosowanym rozwiązaniu. Wszystko od jednego dostawcy.

Zacznij od razu – podłącz i produkuj

Funkcja prostego projektowania produktów za pomocą LinSelect oraz szybka konfiguracja z użyciem narzędzia internetowego ułatwia proces zamawiania. Kreator pozwala szybko i intuicyjnie przejść przez proces uruchamiania. Oprogramowanie operacyjne z funkcją wizualizacji umożliwia graficzną konfigurację procesu poprzez przeciąganie i upuszczanie elementów bez konieczności dysponowania wiedzą w zakresie programowania. Wszystko to pozwala skrócić czas wprowadzenia na rynek i szybko rozpocząć produkcję.

Smart Function Kit – zastosowania

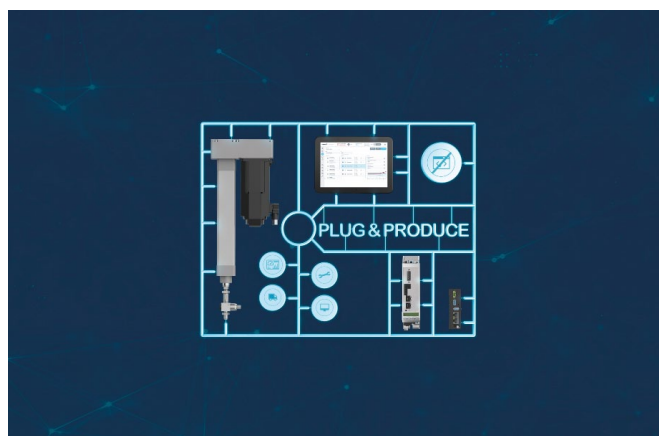
Smart Function Kit jest idealnym gotowym rozwiązaniem w zakresie pozycjonowania mechatronicznego i przenoszenia wszędzie tam, gdzie przemieszczanie łączy się z techniką automatyzacji. Nie ma prostszego, szybszego i bardziej elastycznego systemu – zarówno w obszarze podnoszenia i układania w logistyce, montażu, jak i pakowania.

Czy jesteście gotowi na technologię Plug&Produce?

Dowiedz się więcej o pakiecie Smart Function Kit i skontaktuj się z nami, aby omówić konkretne zastosowanie: smartproducts@boschrexroth.de.

Cechy systemu

- Wstępnie skonfigurowane zestawy idealnie dobranych komponentów sprzętowych i oprogramowania.
- Łatwy wybór i konfiguracja produktów.
- Modułowy system jednoosiowy lub wieloosiowy, składający się z kompaktowych modułów CKK i CKR (rozmiary 070–200), MKR (rozmiary 040–145) oraz wymaganych elementów połączeń.
- Sprzęt do automatyzacji (sterownik napędu, jednostka sterująca i serwomotor).
- Interfejs HMI oparty na przeglądarce internetowej do uruchamiania, konfiguracji, obsługi i analizy procesu.



Nie ma prostszego, szybszego i bardziej elastycznego systemu

Korzyści

- Łatwy – wybór i konfiguracja produktów za pomocą wstępnie przygotowanych pakietów.
- Intuicyjny – wstępnie zainstalowane oprogramowanie operacyjne, zero programowania, przyjazny interfejs oparty na Internecie.
- Szybki – podłącz i produkuj, kreator uruchamiania z automatyczną konfiguracją i parametryzacją sterownika. ■

rexroth
A Bosch Company

Bosch Rexroth Sp. z o.o.

ul. Jutrzenki 102/104

02-230 Warszawa

tel. 22 738 18 00

fax 22 758 87 35

e-mail: info@boschrexroth.pl

www.boschrexroth.pl

PODŁĄCZ I PRODUKUJ

Z WIĘKSZĄ WYDAJNOŚCIĄ:

SMART

MECHATRONIX



Smart Function Kit Pressing



Smart Function Kit Handling



Smart Flex Effector

Odkryj naszą nową platformę rozwiązań mechatronicznych – SmartX-MechatroniX. Łącząc czujniki, elektronikę i oprogramowanie z najlepszymi w swojej klasie komponentami systemu techniki przemieszczeń liniowych tworzymy całkowicie nowe rozwiązania i modele biznesowe spełniające standard fabryki przyszłości.

Poznaj nowy poziom automatyki przemysłowej: wypróbuj nasze pakiety podłącz i produkuj Smart Function Kit do różnych zastosowań w obszarze przenoszenia i wytłaczania oraz moduł kompensacji bazujący na czujnikach Smart Flex Effector, zapewniający większą precyzję w sześciu stopniach swobody.

Now. Next. Beyond.



Bosch Rexroth AG
[boschrexroth.com/pl/pl/smart-mechatronix/](https://www.boschrexroth.com/pl/pl/smart-mechatronix/)

rexroth
A Bosch Company

Dzięki Smart MechatroniX firma Bosch Rexroth oferuje nowe rozwiązania dla fabryki przyszłości

Pierwsze pakiety rozwiązań mechatronicznych są już dostępne do zamówienia, a część z nich jest w fazie testów

Platforma Smart MechatroniX firmy Bosch Rexroth, łącząca najlepsze w swojej klasie elementy techniki przemieszczeń liniowych, elektronikę i oprogramowanie, podąża za trendami na rynku automatyki przemysłowej na drodze do budowy fabryki przyszłości. Takie rozwiązania mogą być wykorzystywane w wielu obszarach przemysłu. Zapewniają one pełną przejrzystość procesu, krótki czas wprowadzenia na rynek i wysoką wydajność, a także szybkie uruchamianie.

Jako jeden z największych dostawców rozwiązań w zakresie techniki przemieszczeń liniowych i systemów mechatronicznych, firma Bosch Rexroth jest blisko swoich klientów i odpowiada na ich oczekiwania. Nowe rozwiązania zaskakują prostotą i szybkością uruchamiania – od projektu do rozpoczęcia produkcji – a także wysoką wydajnością i trwałością. Są to modułowe systemy, które można zainstalować w już istniejących maszynach. Wytrzymałe komponenty zapewniają długotrwałą i elastyczną eksploatację.

Smart Function Kit do zastosowań w tłoczeniu i łączeniu elementów działa w trybie podłącz i pracuj – bez programowania

Fot.: Bosch Rexroth AG



Jedna platforma, wiele inteligentnych rozwiązań

Nowe pakiety Smart Function Kit umożliwiają szybkie i intuicyjne uruchamianie i konfigurację do obsługi różnych procesów, takich jak łączenie, prasowanie i manipulacja. Działają one w oparciu o zasadę podłącz i pracuj, polegającą na łączeniu wstępnie przygotowanych elementów mechanicznych i elektronicznych oraz oprogramowania. Firma Bosch Rexroth zaprezentowała pierwsze rozwiązanie mechatroniczne na targach w Hanowerze w 2019 roku: Smart Function Kit do zastosowań w prasowaniu i łączeniu elementów. Ten modułowy zestaw narzędzi obejmuje silownik elektromechaniczny, czujnik siły, silnik, serwonapęd, kontroler ruchu oraz pakiet oprogramowania umożliwiający intuicyjne uruchomienie i obsługę, a także wszechstronną analizę procesu.

W przygotowaniu jest obecnie drugi pakiet rozwiązań – Smart Function Kit do obsługi zadań w obszarze przenoszenia. Jest to system jedno- lub wieloosiowy z innowacyjną techniką sterowania i wstępnie zainstalowanym oprogramowaniem. Ten zestaw nadaje się do obsługi różnych zadań w obszarze przenoszenia, wymagających precyzyjnego i niezawodnego przemieszczania



Dzięki Smart MechatroniX firma Bosch Rexroth oferuje nowe rozwiązania dla fabryki przyszłości

Fot.: Bosch Rexroth AG



Dzięki Smart Function Kit dysponujemy systemem jedno- lub wieloosiowym do zadań manipulacji, który można intuicyjnie obsługiwać za pomocą panelu bazującego na przeglądarce internetowej

Fot.: Bosch Rexroth AG

detali w określonej przestrzeni. Również w tym przypadku powiązany pakiet oprogramowania umożliwia działanie w trybie podłącz i pracuj.

Pozostałe zalety pakietu Smart Function Kit obejmują łatwy wybór i wymiarowanie produktów przy użyciu narzędzia LinSelect, a także szybką konfigurację i zamawianie przez Internet.

Kolejnym aktualnie rozwijanym rozwiązaniem w ramach platformy Smart MechatroniX jest moduł kompensacji z aktywną funkcją pomiaru w sześciu stopniach swobody. Poprawia on precyzję robotów do manipulacji i otwiera nowe obszary zastosowania robotów w systemach karzejańskich. Moduł Smart Flex Effector



może być wykorzystywany w wielu zastosowaniach, na przykład w łączeniu z niewielkimi tolerancjami, dokumentacji jakości, wykrywaniu centralnego punktu narzędzia lub kompensacji odchyłki położenia w kierunku x, y i z.

– Wszystkie te nowe produkty i rozwiązania to nasz wkład w rozwój fabryki przyszłości. Bierzymy pod uwagę potrzeby naszych klientów i korzystamy z całkowicie nowych metod, aby spełnić obecne i przyszłe wymagania w dziedzinie automatyki przemysłowej – powiedział Simon Hertenberger, dyrektor ds. produktów mechatronicznych w dziale techniki przemieszczeń liniowych firmy Bosch Rexroth AG.



Simon Hertenberger, dyrektor ds. produktów mechatronicznych w dziale techniki przemieszczeń liniowych firmy Bosch Rexroth AG

Fot.: Bosch Rexroth AG

Więcej informacji o Smart MechatroniX:

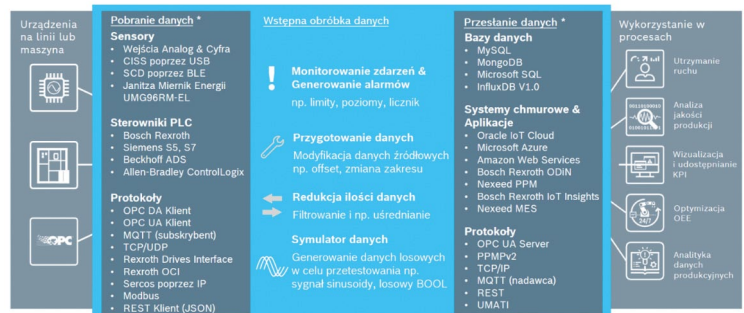
www.boschrexroth.com/smart-mechatronix

Gotowi na wyzwania Przemysłu 4.0?

Oprogramowanie IoT Gateway – prosty sposób na monitorowanie pracy maszyn

📄 Konfiguracja poprzez interfejs przeglądarkowy + REST API

Współczesna produkcja nie może obyć się bez informacji z parku maszyn. Przebieg procesu oraz jego parametry bardzo często uzależnione są od stanu technicznego urządzeń. Informacje te można pozyskać na kilka sposobów. Sposób klasyczny – poprzez zainstalowanie na maszynie dodatkowego źródła danych, jak czujniki czy mierniki, i zbudowanie nowej instalacji. Jest też sposób tańszy i prostszy, który oferuje firma Bosch Rexroth, bazujący na wykorzystaniu tego, co jest już zainstalowane w maszynie.



Opis oprogramowania IoT Gateway

Abymonitorować dane na maszynie, wystarczy zainstalować oprogramowanie IoT Gateway firmy Bosch Rexroth, które umożliwia łatwe i cykliczne pobieranie danych z napędów, sterowników PLC czy czujników. Zebrane dane za pomocą różnych protokołów komunikacyjnych mogą być wysyłane we wskazane

miejsce, jak: chmury, bazy danych, systemy MES czy ERP, zapewniając przy tym odpowiedni poziom bezpieczeństwa.

Oprogramowanie IoT Gateway pozwala łatwo i ekonomicznie pozyskiwać informacje z różnych źródeł na linii produkcyjnej, otwierając maszyny na nowoczesne rozwiązania IT.

rexroth
A Bosch Company

Bosch Rexroth Sp. z o.o.

ul. Jutrzenki 102/104

02-230 Warszawa

tel. 22 738 18 00

fax 22 758 87 35

e-mail: info@boschrexroth.pl

www.boschrexroth.pl

RegSOC

Regionalne Centrum Cyberbezpieczeństwa

Prowadzimy prace nad Regionalnym Centrum Bezpieczeństwa Cybernetycznego (RegSOC). Projekt dedykowany jest głównie dla podmiotów publicznych, lecz co ważne, nie wyklucza możliwości rozszerzenia również na podmioty komercyjne – rozmowa z Arturem Kozłowskim, dyrektorem instytutu Łukasiewicz – EMAG oraz Andrzejem Białasem – specjalistą do spraw cyberbezpieczeństwa w Łukasiewicz – EMAG.

Redakcja: – Czym jest Łukasiewicz – EMAG i czym się zajmuje?

Artur Kozłowski: – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG jest instytutem sieci, specjalizującym się w informatyce stosowanej, informatyce technicznej oraz technologiach informacyjnych. Zajmujemy się szeroko rozumianym cyberbezpieczeństwem, sztuczną inteligencją, analizą danych (systemami wspomaganiami decyzji), IoT (Przemysł 4.0, Smart Cities), cyfrowymi usługami publicznymi oraz badaniami laboratoryjnymi. Realizujemy zadania rozwijające i rozbudowujące informatyzację i bezpieczeństwo informatyczne kraju.

R.: – Z kim Państwo współpracują?

A.K.: – Stale współpracujemy z jednostkami naukowymi i badawczymi z kraju i zagranicy, klastrami, centrami zaawansowanych technologii i platform technologicznych oraz jednostkami w strukturach samorządowych. W Łukasiewicz – EMAG opracowano między innymi oprogramowanie systemów wspomaganiami decyzji z predykcją zdarzeń, systemów monitorowania i sterowania, systemów bezpieczeństwa, analizatorów ryzyka, w tym dla operatorów kluczowych. Tworzymy też rozwiązania informatyczne z obszaru analizy ryzyka, ciągłości działania, zarządzania informacją i bezpieczeństwem informacji.



Prowadzimy badania z wykorzystaniem narzędzi analitycznych wspierających procesy decyzyjne w administracji publicznej, przetwarzania e-wniosek i e-dokumentów.

Jesteśmy w stanie pomóc firmom w każdej dziedzinie technologicznej.

R.: – Jak liczny jest zespół Instytutu?

A.K.: – Zatrudniamy średnio ok. 170 osób w zależności od realizowanych projektów. Od kwietnia 2019 roku Instytut współtworzy też Sieć Badawczą Łukasiewicz – trzecią największą sieć badawczą w Europie, która skupia 32 instytuty, zlokalizowane w 12 miastach, oraz zatrudnia łącznie 8 tys. pracowników. Sieć Badawcza Łukasiewicz pracuje dla przedsiębiorczości i wspiera rozwój polskich

firm. Dostarcza klientom atrakcyjne, kompletne i konkurencyjne rozwiązania biznesowe w obszarach automatyki, chemii, biomedycyny, teleinformatyki, materiałów oraz zaawansowanego wytwarzania.

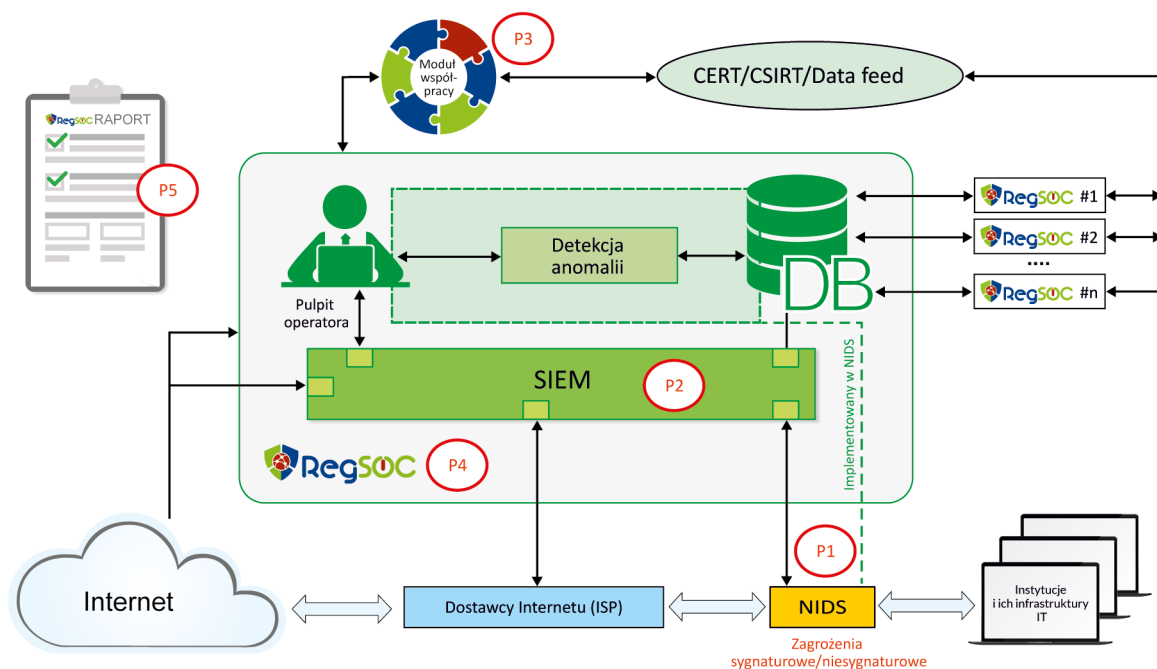
R.: – Jakie rozwiązania dotyczące cyberbezpieczeństwa krajowego Państwo realizują?

A.K.: – Liczba ataków cybernetycznych rośnie z roku na rok. Trudno się temu dziwić, skoro wszędzie wzrasta liczba stosowanych rozwiązań elektronicznych i coraz więcej spraw można załatwić tylko z ich wykorzystaniem. Łukasiewicz – EMAG jest jednym ze współrealizatorów tworzonego obecnie krajowego schematu oceny i certyfikacji



RegSOC

Regionalne Centrum Cyberbezpieczeństwa



Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
w ramach programu CyberSecIdent – Cyberbezpieczeństwo i e-Tożsamość



Projekt realizowany przez Konsorcjum:

- Politechnika Wrocławska (WCSS) – lider
- NASK – Naukowa Akademicka Sieć Komputerowa PIB
- Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

bezpieczeństwa oraz prywatności produktów i systemów IT zgodnego z CommonCriteria. Współrealizujemy także projekt pod nazwą RegSOC, przewidujący uruchomienie Centrum Bezpieczeństwa Cybernetycznego, mający na celu podniesienie poziomu bezpieczeństwa cyfrowego w sektorze publicznym poprzez przygotowanie i prototypowe uruchomienie centrum cyberbezpieczeństwa na użytek podmiotów publicznych, z możliwością rozszerzenia na podmioty niepubliczne.

R.: – Co to jest RegSOC?

Andrzej Białas: – RegSOC stanowi element realizacji kompleksowego i wielopoziomowego systemu bezpieczeństwa cyberprzestrzeni kraju. To projekt, którego celem jest przygotowanie i prototypowe uruchomienie w oparciu o wyniki prowadzonych prac badawczo-rozwojowych modelowego rozwiązania. Zbudowany w ramach prac wdrożeniowych prototyp będzie mógł zostać powielony na poszczególne makroregiony kraju.

Jest to rozwiązanie klasy SOC – *Security Operations Center*, czyli Centrum Operacji Bezpieczeństwa. SOC bazuje zawsze na trzech filarach: personel – procesy – technologia. Specjaliści o wysokich i zróżnicowanych kwalifikacjach, wkomponowani w odpowiednią strukturę organizacyjną, realizują procesy SOC, takie jak monitorowanie bezpieczeństwa, zarządzanie incydem, identyfikacja zagrożeń, zarządzanie podatnościami, informatyka śledcza, zarządzanie ryzykiem itp., wykorzystując w tym celu najnowsze rozwiązania technologiczne do identyfikacji zagrożeń, gromadzenia i analizowania informacji oraz uczenia maszynowego. Taki też ma być RegSOC.

R.: – Jaka była idea projektu RegSOC?

A.B.: – Bezpieczeństwo cyfrowe jest ważne jak nigdy dotąd, bowiem liczba naruszeń bezpieczeństwa jest ogromna. Okazuje się, że średnio co 39 sekund

na świecie dochodzi do ataku hakerów, a koszty włamań mogą sięgać setek milionów dolarów. Hakerzy nieustannie szukają najsłabszych elementów i ogniw w firmach oraz administracji publicznej, które są podatne na przeprowadzenie skutecznego cyberataku.

Ochrona przed tego typu atakami to jedno z najpoważniejszych wyzwań dla funkcjonowania administracji publicznej, w tym również średniego i niższego szczebla, które stanowią ważne ogniwo funkcjonowania państwa. Mniejsze urzędy lokalne, to często łakomy kąsek dla cyberprzestępców. Podlegają tym samym zagrożeniom co jednostki administracji wyższego szczebla, jednak nie dysponują odpowiednimi zasobami, by się skutecznie chronić. Podobna sytuacja występuje w przypadku mniejszych i średnich organizacji komercyjnych. Po prostu słabszy pada szybciej.

W mediach coraz częściej pojawiają się doniesienia o przypadkach kradzieży i niszczenia danych osobowych, szpiegostwa, o atakach dotyczących podstawowej działalności operacyjnej czy próbach sparaliżowania infrastruktury krytycznej. Ataki uświadamiają nam, jak podatne na tego typu zagrożenia jest nasze skomputeryzowane społeczeństwo oraz że konieczny jest większy nacisk na kwestie cyberbezpieczeństwa.

To właśnie praktyczne aspekty bezpieczeństwa informacji w systemach administracji stały się impulsem do rozpoczęcia prac nad projektem Regionalne Centrum Bezpieczeństwa Cybernetycznego (RegSOC) – rozwiązania, które realnie podniesie poziom bezpieczeństwa cyfrowego w sektorze publicznym.

R.: – Jakie korzyści rozwiązanie przyniesie administracji?

A.B.: – Zastosowanie opracowanego w projekcie rozwiązania to nie tylko postęp w zakresie narzędzi do ochrony przed atakami, do ich wykrywania oraz prewencji. To także skuteczny sposób na poprawę wizerunku urzędu. Cyberatak na urząd i żądanie okupu za odblokowanie systemu – to nie scena z filmu. Oprócz wizerunku, w takim wypadku

ucierpieć może też budżet. RegSOC pozwoli nie tylko zminimalizować ryzyko wystąpienia opisanych okoliczności, ale także uniknąć kar administracyjnych i odszkodowań wynikających z naruszeń bezpieczeństwa danych w takiej sytuacji.

W tym roku w Polsce doszło już do blisko 350 cyberincydentów w sferze publicznej. W znacznej ilości przypadków przerwa w pracy trwała dłużej niż jeden dzień roboczy. To bardzo długo.

RegSOC pozwoli uniknąć negatywnych skutków cyberataków w postaci zakłóceń i przestojów w funkcjonowaniu administracji. Tym samym wpłynie na podniesienie poziomu jakości i niezawodności cyfrowych usług i umożliwi świadczenie ich bardziej zaawansowanych form.

Co istotne, opracowane rozwiązanie należy do grupy *open source*. Jego zastosowanie pozwoli zastąpić komercyjne systemy. Może to być bardzo istotne dla organizacji, które mają ograniczony budżet w zakresie bezpieczeństwa sieci. Zaletą systemu są także jego szerokie możliwości konfiguracji i dostrajania. Zaznaczyć należy, że kierowanie się w stronę *open source* to dziś nie tylko koszty – również polityka. Wiele mówi się o tym, że zamknięte oprogramowanie może zawierać tak zwane tylne drzwi, które w określonej sytuacji mogą zostać wykorzystane. Być może to z tego powodu Rosja i Chiny inwestują w rozwój oraz stosowanie wolnego oprogramowania w administracji rządowej czy wojsku.

R.: – Na czym skupiono się przy realizacji projektu?

A.B.: – Najważniejszy obszar badawczy projektu to poszerzenie źródeł danych o zdarzeniach zachodzących w sieci i wypracowanie rozwiązań skuteczniej wykrywających zagrożenia. Do typowo wykorzystywanych metod dołączona zostanie analiza anomalii w ruchu sieciowym, analiza publicznych źródeł tekstowych oraz wykrywanie kampanii spamowych. Oprócz rozwiązań technicznych projekt kładzie nacisk na udostępnienie kanałów i określenie zasad

komunikacji między podmiotami na poziomie regionalnym i centralnym zaangażowanymi w budowanie bezpieczeństwa cyberprzestrzeni. Pozwoli to na uzyskanie wyższego poziomu zabezpieczeń, wprowadzenie procedur ograniczających prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzeń niekorzystnych oraz opracowanie sposobów szerszej ochrony przed ich skutkami. Projekt umożliwi przygotowanie wzorcowego rozwiązania, następnie adaptowanego i rozszerzanego na kolejne regiony Polski.

R.: – Oprócz Łukasiewicz – EMAG, kto jeszcze zaangażowany jest w projekt?

A.B.: – Projekt realizowany jest przez Konsorcjum, w skład którego weszły Politechnika Wrocławska (WCSS) – lider, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG oraz NASK – Naukowa Akademicka Sieć Komputerowa PIB.

Realizacja projektu została podzielona na fazę badawczą oraz fazę przygotowania do wdrożenia, które obejmują łącznie 7 zadań. Politechnika Wrocławska odpowiada za opracowanie rozwiązania dla regionu (platformy oraz procedur organizacyjnych i operacyjnych), metod analizy zagrożeń i prototypowania oraz za przygotowanie do wdrożenia. NASK-PIB odpowiada za opracowanie mechanizmów integracji na poziomie centralnym (proceduralnych i technicznych) oraz uczestniczy w opracowaniu rozwiązań regionalnych. Stanowi również wsparcie w komunikacji i współpracy z NC Cyber, CERT Polska. Łukasiewicz – EMAG odpowiada za uwzględnienie wymagań podmiotów niepublicznych oraz uczestniczy w opracowaniu metod analizy zagrożeń.

Projekt jest współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu CyberSecIdent – Cyberbezpieczeństwo i e-Tożsamość.

R.: – Jakie będą Państwa przyszłe projekty?

A.K.: – Według szacunków firm doradczych, sektor cyberbezpieczeństwa rośnie szybciej niż cały rynek ICT.



Artur Kozłowski, dyrektor Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG

Branża ta rośnie globalnie w tempie prawie 20–30%. Jesteśmy przekonani, że dopiero wkraczamy w okres, kiedy projekty z zakresu cyberbezpieczeństwa będą się dynamicznie rozwijać. Chcemy być częścią tego rozwoju.

Realizacja projektu jest zgodna z obszarem badawczym Instytutu. Transformacja cyfrowa – jednym z czterech kierunków działalności Sieci Badawczej Łukasiewicz. Kierunki te wywodzą się z obszarów określonych jako wpływające na osiągnięcie celów krajowej Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju.

Kilka słów o Sieci Badawczej Łukasiewicz

Sieć Badawcza Łukasiewicz to trzecia pod względem wielkości sieć badawcza w Europie. Dostarcza atrakcyjne, kompletne i konkurencyjne rozwiązania technologiczne. Oferuje biznesowi unikalny system „rzucania wyzwań”, dzięki któremu grupa 4500 naukowców przyjmuje wyzwanie biznesowe i proponuje przedsiębiorcy opracowanie skutecznego rozwiązania wdrożeniowego w nie więcej niż 15 dni roboczych. Angażuje przy tym najwyższe w Polsce



Andrzej Białas – Kierownik zespołu projektowego w Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytucie Technik Innowacyjnych EMAG

kompetencje naukowców i unikalną w skali kraju aparaturę naukową. Co najważniejsze – przedsiębiorca nie ponosi żadnych kosztów związanych z opracowaniem pomysłu na prace badawcze. Łukasiewicz w dogodny sposób wychodzi naprzeciw oczekiwaniom biznesu. Przedsiębiorca może zdecydować się na kontakt nie tylko przez formularz na stronie <https://lukasiewicz.gov.pl/biznes>, ale także w ponad 50 lokalizacjach: Instytutach Łukasiewicza i ich oddziałach w całej Polsce. Wszędzie otrzyma ten sam – wysokiej jakości – produkt lub usługę. Potencjał Łukasiewicza skupia się wokół takich obszarów badawczych, jak Zdrowie, Inteligentna mobilność, Transformacja cyfrowa oraz Zrównoważona gospodarka i energia. ■



Łukasiewicz

Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

ul. Leopolda 31
40-189 Katowice
www.ibemag.pl

Modernizacja kolejki linowej z wykorzystaniem reduktorów przemysłowych MAXXDRIVE® firmy NORD DRIVESYSTEMS

Tignes, położone na wysokości 2000 m n.p.m., jest nie tylko jedną z najwyższych położonych miejscowości w Europie, ale wraz z Val d'Isère jest również centrum luksusowego ośrodka narciarskiego Espace Killy we francuskim departamencie Sabaudia. Podczas modernizacji ważnej kolejki linowej na Grande Motte szwajcarski producent kolejek linowych Garaventa zaufał niezawodnym i łatwym w utrzymaniu przekładniom przemysłowym firmy NORD DRIVESYSTEMS.



Kolejka linowa została uruchomiona po dwóch latach budowy w Wigilię Bożego Narodzenia 1975 roku i od tego czasu przewozi w każdym kierunku do 1010 osób na godzinę na długości 1696 m przy maksymalnym nachyleniu 55%. Pomimo starannej konserwacji surowy wysokogórski klimat z lodem, śniegiem, burzami i deszczem, a także 30 000 przejazdów rocznie negatywnie wpłynęło na konstrukcję kolejki. Po ponad 40 latach stało się jasne, że to ważne połączenie wymaga renowacji.

Wprawdzie bezpieczeństwo kolejek linowych jest sprawdzane bardzo rygorystycznie i musi być zawsze zagwarantowane, jednak na urządzeniach technicznych i kabinach czas odcisnął swoje piętno. Jean-Dominique Maurin zajmuje stanowisko Chef de Maintenance i jako kierownik działu konserwacji i obsługi technicznej jest

odpowiedzialny za eksploatację i bezpieczeństwo wszystkich kolejek w ośrodku narciarskim. Nowe rozwiązania techniczne na Grande Motte ułatwiają pracę jego zespołu.

– W przypadku dotychczasowych reduktorów walcowych, które były eksploatowane już od kilkudziesięciu lat, ponosiliśmy pod koniec wysokie koszty konserwacji i napraw. Było zatem jasne, że trzeba odnowić wszystkie układy napędowe i zastosować nowoczesne reduktory przemysłowe. Systemy napędowe NORD okazały się najlepsze zarówno pod względem ekonomicznym, jak i technicznym – wyjaśnia Maurin.

Nowe rozwiązania techniczne z panoramicznym widokiem

Obie kabiny kolejki linowej szwajcarskiego producenta CWA zapewniają coś więcej niż tylko komfort jazdy we wnętrzu kabiny. Szczególną atrakcją jest otwarta platforma widokowa na dachu, wykorzystywana w miesiącach letnich, która może pomieścić do 20 osób. W kabinie może znajdować się 60 osób. Tym samym jest to największa na świecie kolejka linowa z tarasem na



dachu. W okresie zimowym tarasy widokowe są demontowane. W zależności od pogody kolejka linowa może osiągnąć

maksymalną prędkość dziesięć metrów na sekundę. Przejazd trwa wtedy pięć minut.

Optymalnie dopasowana technika napędowa

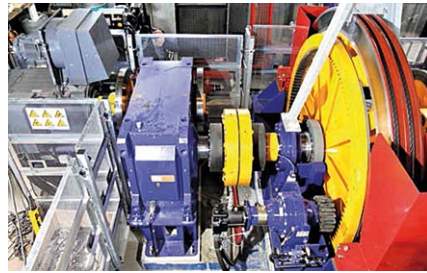
Na potrzeby projektu kolejki linowej firma NORD DRIVESYSTEMS dostarczyła firmie Garaventa AG dwie gotowe do montażu walcowe przekładnie przemysłowe oraz wstępnie zmontowane sprzęgła i koła zamachowe firmy KTR Systems GmbH. Mocną stroną firmy NORD DRIVESYSTEMS jest nie tylko wyjątkowa szybkość i elastyczność w realizacji projektów, ale również szczególnie kompaktowa konstrukcja w korpusie jednoczęściowym, która do wielkości 15 umożliwia osiągnięcie wysokich momentów obrotowych w stosunku do rozmiaru do 260 000 Nm. Kompaktowa konstrukcja miała szczególne znaczenie ze względu na ograniczoną przestrzeń montażową w istniejących budynkach kolejki linowej na Grande Motte. Przyłącza musiały zostać indywidualnie przesunięte, a urządzenia peryferyjne dokładnie zaprojektowane, aby mieściły się w określonych wymiarach obudowy bezpieczeństwa.

Sprawdzone zespoły napędowe w jednoczęściowym korpusie

Stosowane dwustopniowe walcowe przekładnie przemysłowe MAXXDRIVE® firmy NORD DRIVESYSTEMS w drugim co do wielkości rozmiarze 14 cha-

rakteryzują się dużą gęstością mocy, cichą pracą i maksymalną niezawodnością. Duże łożyska toczne zapewniają szczególnie wysoką obciążalność promieniową i osiową, a także dużą trwałość. Dodatkowo napędy te zapewniają modułową, elastyczną konstrukcję i różnorodne możliwości montażu. Na bazie przekładni przemysłowych firma NORD projektuje kompletne systemy napędowe z silnikami i elektroniką sterującą do pracy przy dużych obciążeniach, np. dla techniki transportowej, pomp i mieszadeł. Kierownik ds. sprzedaży szwajcarskiego oddziału NORD Getriebebau NORD AG postrzega projekt w Tignes jako ważny punkt odniesienia:

– Nasze reduktory przemysłowe sprawdzają się podczas praktycznej eksploatacji na Grande Motte i zapewniają najlepsze parametry eksploatacyjne. Wykorzystanie reduktorów w transporcie osób dowodzi tego, co już wiemy z zastosowań w znacznie trudniejszych warunkach fizycznych w urządzeniach



transportowych w górnictwie i przemyśle cementowym. Gdy wymagana jest absolutna niezawodność i bezpieczna praca, reduktory przemysłowe firmy NORD DRIVESYSTEMS są najlepszym wyborem.

Bezpieczeństwo w każdej sytuacji

W przypadku kolejek linowych ważnym aspektem są szczególnie wysokie wymagania w zakresie bezpieczeństwa. Dlatego kolejka linowa jest wyposażona w przewymiarowany system napędowy w układzie lustrzanym. Umieszczone centralnie duże koło przewojowe o średnicy 2800 mm napędza linę napędną.

Oś napędowa, połączona z każdym konstrukcyjnie identycznym systemem napędowym, wystaje po obu stronach koła przewojowego. Każdy z dwóch chłodzonych powietrzem napędów głównych o mocy 600 kW jest połączony z przekładnią przemysłową NORD przez skrzętnie elastyczne sprzęgło kłowe z tarczą hamulcową. Tarcza hamulcowa stanowi dodatkową masę zamachową.

Każda z czterech tarcz hamulcowych jest wyposażona w uruchamiany sprężyną szybko działający hamulec roboczy. W przypadku np. awarii zasilania osie napędowe mogą być zahamowane szybko, ale i stosunkowo łagodnie za pomocą hamulców roboczych, ponieważ należy unikać gwałtownego hamowania. Duża bezwładność masowa tarcz hamulcowych wspomaga łagodny proces hamowania oraz zapobiega zagrożeniom i niedogodnościom dla pasażerów. ■

NORD Napędy Sp. z o.o.

reklama

MÓJ NAPĘD JEST PRODUKCJI NORD! NOWY MAXXDRIVE® XT

- Wysokie obciążenia termiczne bez zewnętrznego chłodzenia
- Niezawodna praca, wysoka żywotność, niski nakład prac konserwacyjnych
- System napędowy skrojony na miarę dzięki modułowemu systemowi NORD



REDUKTOR + SILNIK + FALOWNIK = NOWOCZESNY NAPĘD

NORD
DRIVESYSTEMS

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

nord.com

IO-LINK – nie tylko czujniki

Ryszard Szymik

IO-Link to niezależny od sieci fieldbus interfejs, umożliwiający połączenie *point-to-point*. Najczęściej ten standard kojarzony jest z różnorodnymi sensorami, takimi jak czujniki indukcyjne, optoelektroniczne, ciśnienia, temperatury itp. Należy zwrócić uwagę, że IO-link można wykorzystać również do sterowania urządzeń wykonawczych, np. kolumn sygnalizacyjnych, głowic RFID, a nawet przemienników częstotliwości. Lenze, wychodząc naprzeciw rosnącym wymaganiom Przemysłu 4.0, oferuje pierwszy na rynku zdecentralizowany przemiennik częstotliwości z IO-Link – i550 Protec.

W maszynach i liniach technologicznych za pomocą Mastera IO-Link łączy się inteligentne urządzenia ze sterowaniem. Do wykonania połączeń wykorzystuje się standardowy, nieekranowany, trzy- lub czterożyłowy przewód przemysłowy z wtyczką m5, m8 lub M12. Unifikacja połączeń czujników i elementów wykonawczych niezależnie od stopnia ich skomplikowania pozwala na ograniczenie ilości części zamiennych. Warto w tym miejscu również zwrócić uwagę na oszczędność miejsca w szafie sterowniczej, gdyż zdecentralizowany przemiennik i550 Protec umożliwia montaż nawet w trudnych warunkach blisko motoreduktora, redukując koszty przewodów ekranowanych zasilających oraz umożliwiając wykorzystanie w pełni technologii IO-Link. Master IO-Link może być skomunikowany z wykorzystaniem prawie każdej sieci fieldbus, np. Ethercat lub Profinet. Dzięki spójnej komunikacji między urządzeniami a sterownikiem otrzymujemy dostęp zarówno do podstawowych danych procesowych i diagnostycznych, jak i specyficznych danych dla danego urządzenia.



Wygodna parametryzacja i szybki serwis

Urządzenia IO-Link posiadają IO Device Description (IODD), czyli plik opisu urządzenia, na którym zapisane są informacje dotyczące m.in. producenta i funkcji, a jego odczyt ułatwia identyfikację urządzenia. Wykorzystując te informacje, można w łatwy sposób z poziomu sterownika lub HMI dokonywać zmian parametrów urządzeń oraz diagnozować ich ewentualne błędy. Co więcej, Master IO-Link może przechowywać zestaw parametrów urządzenia, więc w wypadku uszkodzenia jednego z inteligentnych urządzeń IO-Link wystarczy jego fizyczna podmiana – konfiguracja urządzenia zostanie wykonana samoczynnie. Rozwiązanie to jest szczególnie istotne w przypadku przemienników częstotliwości, gdyż znacząco skraca to czas wymiany urządzenia ze względu na dużą ilość zapisanych parametrów istotnych dla pracy – eliminując przy tym czynnik ludzki, gdzie łatwo o popełnienie błędu podczas parametryzacji, a do tego nie wymaga użycia dedykowanych narzędzi programistycznych.

Podsumowując: dynamiczna zmiana parametrów pozwala na znaczną redukcję zatrzymań przy zmianach produkcji i zwiększenie różnorodności produkcji na maszynie, a przechowywanie parametrów i rozszerzona diagnostyka znacznie skracają czas przestoju i usuwania awarii, tym samym realizując zadania Przemysłu 4.0.



Modułowe podejście Lenze do projektowania maszyn i linii produkcyjnych

Projektowanie modułowe polega na podzieleniu systemu – ze względu na funkcjonalność – na mniejsze części, nazywane modułami, które można łatwo skalować i wykorzystywać ponownie. Posiadając wiedzę o możliwościach IO-link opisanych wyżej, można dojść do wniosku, że warto do projektowania maszyn i linii produkcyjnych podchodzić modułowo. Przykład możemy znaleźć w branży intralogistycznej, gdzie pojedynczy moduł transportujący może



składać się np. z motoreduktora napędzającego transporter, a sterowanego z przemiennika częstotliwości i czujników wyzwalających i zatrzymujących ruch napędu. Transportery mogą być dłuższe, krótsze, przenosić mniejsze lub większe obciążenia, ale parametry przemiennika częstotliwości, jak i inteligentnych czujników można przechowywać w masterze IO-Link i szybko je podmieniać. Dzięki temu można np. zmieniać momenty wyzwalania czujników powodujące zmianę prędkości transportera, aby zapobiec zmianie dystansów hamowania zależnych od obciążenia na transporterze i jego prędkości, lub zmieniać parametry silnika w przemienniku częstotliwości, ponieważ akurat ten transporter wymaga większej mocy. Tym samym, tworząc system automatyki poprzez podejście modułowe, możemy w prosty sposób zaimplementować konkretne moduły do programu PLC. Wynika to z faktu, że z punktu widzenia sterowania nie zmienia się architektura systemu, a jedynie jej parametry.


Wykorzystanie IO-Link pozwala na realizację celów Przemysłu 4.0

Stosowanie technologii IO-Link pozwala na projektowanie systemów automatyki, które potrafią samoczynnie dostosowywać się do produkcji, przybliżając firmy do *batch size 1* – produkcji jednostkowej. Inteligentne urządzenia IO-Link przesyłają wiele niedostępnych w konwencjonalnych rozwiązaniach informacji, które następnie można przetwarzać i interpretować, aby zwiększać szybkość i jakość produkcji. Co więcej, szerokie możliwości diagnostyczne pozwalają na szybką eliminację awarii, zwiększając tym samym dostępność maszyn. Parametry takie, jak czas pracy przemiennika częstotliwości czy stopień zabrudzenia czujnika, pozwalają na wdrażanie predykcyjnego utrzymania ruchu – dzięki któremu można lepiej planować prace konserwacyjne i wyłączenia. To wszystko jednoznacznie prowadzi do poprawy wskaźnika całkowitej efektywności wyposażenia (OEE).

Przemiennik i550 Protec „Produktem Roku 2021”

Przemiennik częstotliwości i550 Protec wykorzystuje tę samą sprawdzoną technologię, która jest stosowana w wersjach szafowych serii i500. Jednak dzięki wysokiemu stopniowi ochrony IP66 i NEMA 4 X Outdoor kompaktowy model i550 Protec można bez problemu instalować również w zanieczyszczonych środowiskach. Obudowa przemiennika częstotliwości zapewnia doskonałą ochronę przed kurzem, brudem i wodą, przy jednoczesnym wykorzystaniu technologii IO-Link, która zwiększa elastyczność i zmniejsza całkowity koszt instalacji.

Nasz i550 Protec został ogłoszony „Produktem Roku 2021” i zajął 1. miejsce w głosowaniu czytelników „Computer&Automation”. Zdecentralizowany wariant z naszej rodziny przemienników częstotliwości i500 przekonał redaktorów i czytelników renomowanego czasopisma branżowego w kategorii technika napędowa. ■

 Ryszard Szymik, Lenze Polska Sp. z o.o.

Lenze

Lenze Polska Sp. z o.o.
e-mail: biuro.pl@lenze.com
www.lenze.com

Kompletny SYSTEM Lenze



Sterownik za 1 zł.*

**Wybierz nasz system,
a STEROWNIK PLC
otrzymasz za 1 zł.***

* Szczegółowe warunki promocji w Regulaminie
** Poglądowe zdjęcie sterownika

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

Christie L. Jones

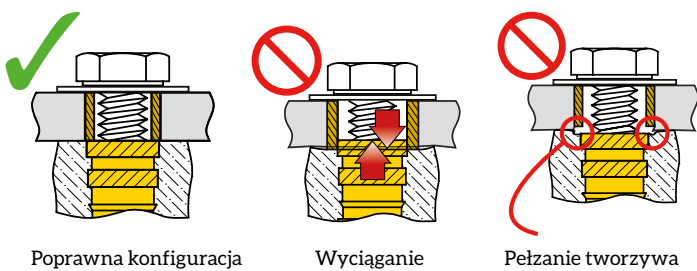
W zastosowaniach, w których element współpracujący jest również wykonany z tworzywa sztucznego, ogranicznik naprężeń jest niezbędny, aby uniknąć pełzania materiału lub osłabienia naprężeń w elemencie współpracującym w wyniku zmniejszenia sił tarcia w połączeniu gwintowanym.

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 pole powierzchni styku jest z reguły odpowiednie. 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.

Jeśli powierzchnia insertu jest nieodpowiednia dla zapewnienia prawidłowego styku z ogranicznikiem naprężeń, jedynym rozwiązaniem jest wykonanie współpracującego elementu z tworzywa sztucznego, które nie jest podatne 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)
w SPIROL International Corporation, USA

info-pl@spirol.com
SPIROL.com

reklama

SPIROL®

Od 1948!

OGRANICZNIKI NAPRĘŻEŃ DO TWORZYW SZTUCZNYCH

- *Chronią wykonane z tworzyw sztucznych komponenty przed obciążeniami ściskającymi*
- *Mocniejsze niż obciążenie próbne śruby*
- *Zaprojektowane, aby skompensować niewspółosiowość*
- *Standardowe wykonania dostępne od ręki*

Dostępne różne wykonania!

Dzielone - standardowe, z dodatkowym prześwitem, z grubą ścianką, owalne

Obtryskiwane - standardowe i owalne

Wciskane - symetryczne lub z główką z aluminium i mosiądzu

Dostępne maszyny montażowe od manualnych do w pełni automatycznych.



Nasz zespół inżynierów pomoże Państwu w opracowaniu wysokiej jakości rozwiązań w zakresie mocowań i montażu

Zgodne z:
IATF 16949
ISO 9001

SPIROL.com

info-pl@spirol.com

+48 510 039 345

Nadzór i bezpieczeństwo w przemyśle – rozwiązania Finder

Dawid Kocur

Do niedawna praca w branży przemysłowej wielu z nas mogła przywodzić na myśl wykorzystywanego pracownika, który przez 8 albo 12 godzin stoi przy linii montażowej i wykonuje monotonną pracę. Świat się zmienia, pandemia oraz rozwijająca się międzynarodowa gospodarka przyspieszyły pojawienie się zrobotyzowanych stanowisk pracy, które w pełni nadzorowane są zdalnie i które długofalowo mogą przynieść firmie duży zysk. Finder, podążając za trendem Przemysłu 4.0, rozwija swoje produkty tak, by mogły znaleźć się w rozdzielnicach elektrycznych sterujących robotami, zapewniając niezawodność i bezpieczeństwo.

Już na etapie projektu inwestor powinien przemysleć wszystkie aspekty techniczne i formalne. Przemysł 4.0 cechuje się całkowitym nadzorem nad aplikacją, a nawet szerzej – nad całą strukturą firmy. Obecna rewolucja przemysłowa sprawia, że możemy zarządzać obiektem z zewnątrz i tak naprawdę wykluczyć wszystkie błędy oraz zaniedbania z przeszłości. By jednak ten wcześniej wspomniany nadzór miał sens, musi zostać stworzona specjalna platforma zarządzania aplikacją. Żeby cały software działał, potrzebne są elementy wykonawcze i jednym z nich z pewnością jest nowy licznik energii 7M firmy Finder, który idealnie nadaje się do monitorowania zużycia energii w obiektach przemysłowych. Seria 7M.24 jest jednofazowa, dwukierunkowa i dodatkowo programowalna przez smartfon dzięki technologii NFC (*Near Field Communication*). W przypadku braku napięcia NFC umożliwi nam manualny odczyt parametrów. Rozwiązanie to sprawdzi się nie tylko w przemyśle, ale i w zwykłym budownictwie do pomiaru parametrów instalacji fotowoltaicznych. Oczywiście, mając na uwadze główny temat, jakim jest przemysł, warto wspomnieć, że w tym wypadku komunikacja z systemem obiektowym następuje przez interfejs M-Bus albo Modbus RS485, również w 3-fazowych licznikach Finder. Na licznikach 7M można stworzyć obiektowy system SCADA,

gdzie odczytamy między innymi takie parametry, jak: V, A, PF, kW, kVA, kvar, Hz, THD V, THD A. Wszystkie liczniki posiadają certyfikat MID.

Przemysł 4.0 z całą pewnością poprawia komunikację między maszynami a człowiekiem. Czy jednak maszyna może pracować permanentnie 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu przez 365 dni w roku? W teorii – tak, w praktyce – nie. Maszyny zastępują pracę człowieka w zakładzie produkcyjnym, ale również potrzebują odpoczynku, tzn. serwisu. Producenci komponentów w kartach katalogowych przewidują odpowiednią żywotność elementów wykonawczych, co oznacza, że każde urządzenie po jakimś czasie się zużyje i będzie wymagało wymiany. Tak jest zarówno z elementami mechanicznymi, np. z łożyskami, jak i elektrycznymi, np. z przekaźnikami. Obecnie najpopularniejszą funkcją przekaźników jest separacja, czyli odizolowanie dwóch obwodów od siebie tak, by w razie przepięcia nie uszkodzić separowanego elementu. Zalecane jest zabezpieczenie wejść i wyjść sterowników PLC właśnie przekaźnikami, ponieważ ich wymiana nie zajmuje wiele czasu, są one ogólnodostępne, a dodatkowo przy odpowiednim doborze będziemy w stanie przewidzieć ich zużycie – to znaczy po jakim czasie pracy przy maksymalnych podanych przez producenta parametrach powinny się zużyć. Zakładając, że mamy



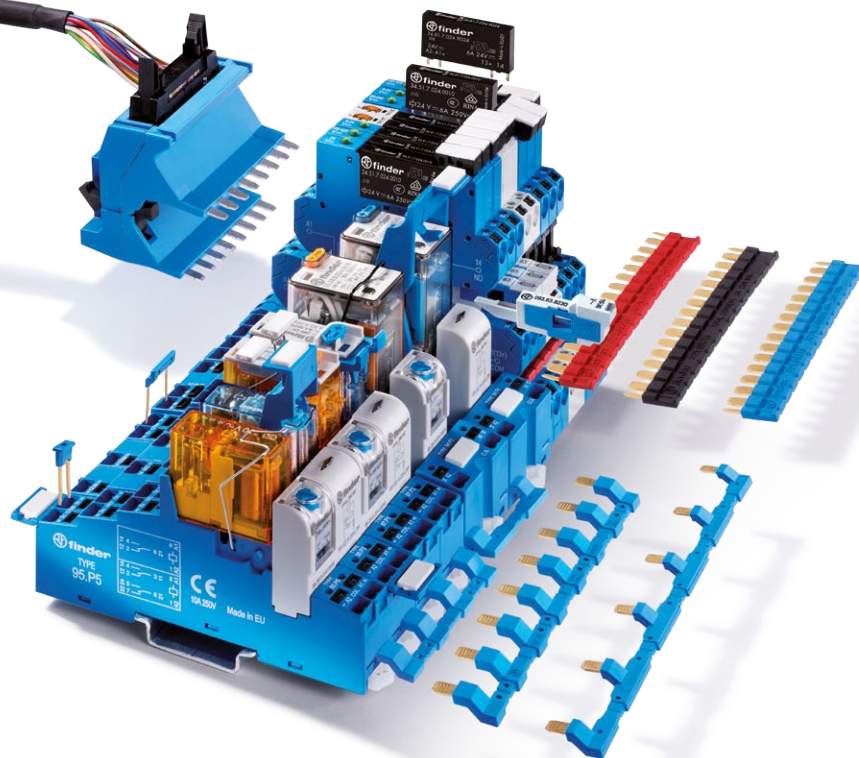
taką wiedzę, jesteśmy w stanie wymienić przekaźniki na nowe z wyprzedzeniem, co pomoże nam uniknąć ewentualnych awarii i nieprzewidzianych dłuższych przestojów na produkcji. Proste jest więc stwierdzenie, że wymienić przekaźnik jest dużo łatwiej i szybciej niż zamówić nowy sterownik i zaprogramować go tak, by działał tak, jak poprzednio. Finder proponuje tutaj rozwiązanie, jakim jest seria 39 MasterIN, czyli wąski przekaźnik interfejsowy (6,2 mm), który został wyposażony dodatkowo w moduł bezpiecznikowy zabezpieczający obwód COM. Rozwiązanie to pozwala dodatkowo zabezpieczyć układ oraz zapewnia

MasterIN System

Szybkie i trwałe okablowanie

Oszczędzaj czas i pieniądze z technologią szybkiego łączenia Push-in

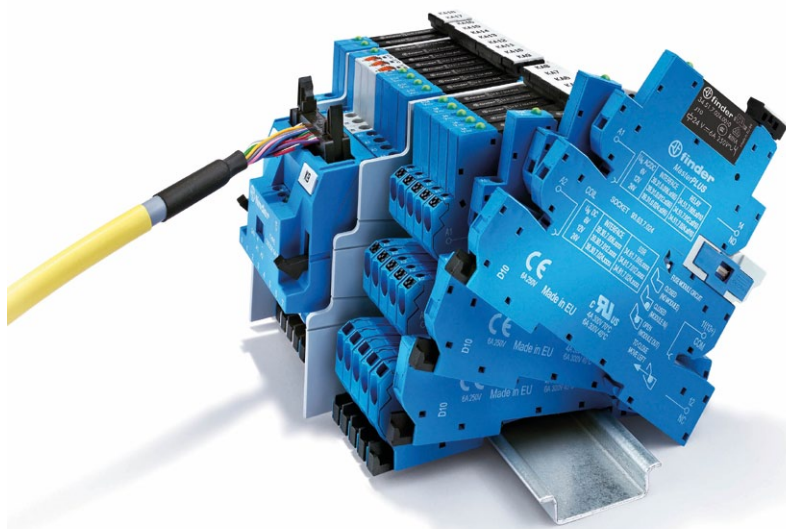
Najbardziej kompletny i wszechstronny zestaw akcesoriów. Szybka i łatwa instalacja. Najwyższa wydajność dzięki maksymalnej odporności na wibracje. Po co czekać na więcej? Wybierz Finder.



FINDER Polska Sp. z o.o.
ul. Logistyczna 27,
62-080 Sady
finder.pl@findernet.com

 **finder**[®]
SWITCH TO THE FUTURE

findernet.com



Każda aplikacja w przemyśle ma swój charakter i swoje zastosowanie. Już na etapie projektowym warto zadać sobie pytanie: czy maszyna będzie bezawaryjna? Czy elementy wykonawcze nie będą się zużywać zbyt szybko? Czy w ogóle mamy możliwości serwisowe w przypadku awarii? Przemysł 4.0 rozwija się prężnie, powstają parki maszynowe, które mocno odciążają pracę ludzką. Warto w tych aplikacjach zastosować wysokiej jakości komponenty, a te w swoim portfolio bez wątpienia posiada firma Finder.

 Dawid Kocur

łatwość znalezienia usterki poprzez sygnalizację diodą LED. W gniazdach serii MasterIN istnieje możliwość zastosowania wbudowanych złączek do szybkiego i łatwego rozprowadzania napięcia zasilania do czujników zbliżeniowych i innych urządzeń sterujących (zacisk Bus-Bar). Standardowy przekaźnik EMR przy prądzie znamionowym 6 A jest w stanie wytrzymać 60 tys. cykli,

nawet przy temperaturze 85°C. W zależności od aplikacji rekomendowane jest również wykorzystanie półprzewodnikowych przekaźników (SSR). Finder w swojej ofercie serii 39 posiada wykonania o prądzie znamionowym obwodu zestyków już od 0,1 A do 6 A. Przekaźnik SRR idealnie sprawdzi się w aplikacji, gdzie częstotliwość załączeń jest bardzo wysoka.



FINDER Polska Sp. z o.o.

ul. Logistyczna 27

62-080 Sady

tel. 61 865 94 07

fax 61 865 94 26

e-mail: finder.pl@findernet.com

www.facebook.com/finderpolska/

Targi DREMA 2021 odbędą się we wrześniu!

Podobnie jak w ubiegłym roku, początek czerwca okazał się przełomowy dla przemysłu targowego w Polsce. Targi otrzymały zielone światło i szczegółowe wytyczne dotyczące bezpiecznej organizacji wydarzeń dla dużej publiczności. Ubiegłoroczna edycja Targów DREMA mimo trudnych warunków zakończyła się sukcesem, a aż 98% wystawców zadeklarowało swój udział w kolejnej.

– W ubiegłym roku, mimo wielu znaków zapytania i braku przykładów, wspólnie z naszymi Partnerami i Wystawcami, w pełnym reżimie sanitarnym, zorganizowaliśmy pierwsze duże wydarzenie targowe, na którym wzorowały się inne ośrodki w Polsce. W tym roku DREMA również odbędzie się w tradycyjnej formule z zastosowaniem wszelkich zasad bezpieczeństwa – mówi Andrzej Półrołniczak, dyrektor Międzynarodowych Targów Maszyn, Narzędzi i Komponentów dla Przemysłu Drzewnego i Meblarskiego DREMA.

Luzowanie obostrzeń, stała wrześniowa data, przeniesienie Targów Ligna na 2023 rok, rosnąca liczba osób zaszczepionych

i podnosząca się odporność zbiorowa pozwalają optymistycznie planować największe święto branży drzewnej i meblarskiej w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej. Bogaty program wydarzeń oraz specjalnych stref pokazowych: DREMA Dzieciom, DREMA Tools, DREMA Hobby, DREMA Design, Innowacyjna Kuchnia, Tapicernia 4.0, Poligon Umiejętności, do tego Spotkanie Kobiet Branży Meblarskiej, konkurs „Wyczarowane z Drewna”, „Mistrzostwa Polski we wbijaniu gwoździ”, a nade wszystko prezentacja najnowszych rozwiązań technologicznych, nie pozostawiają złudzeń – 14–17 września 2021 roku trzeba spędzić w Poznaniu na Targach DREMA!

www.drema.pl



Szkoła enkoderów firmy LeineLinde.

Cz. 8. Zjawisko powstawania prądów łożyskowych

W kolejnym artykule chcielibyśmy przybliżyć Państwu zjawisko powstawania prądów łożyskowych i ich wpływ na pracę enkodera.

Enkodery montowane są na silnikach elektrycznych, gdzie służą do regulowania prędkości i ustalania pozycji. Wiadomo, że wirnik (zwłaszcza w dużych silnikach asynchronicznych) z powodu asymetrii elektrycznej lub magnetycznej łatwo wytwarza napięcie odbiegające od napięcia stojana. W silnikach zasilanych bezpośrednio z sieci rozwiązano problem poprzez przemyślane i staranne konstrukcje. Coraz większa jest też ilość przemienników częstotliwości stosowanych do regulowania prędkości, przez co napięcie zasilające silnik otrzymuje znaczną część wyższych harmonicznych. Te fale wytwarzają silniejsze asymetrie niż fale harmoniczne podstawowe

i indukują niepożądane napięcia i prądy błędne, które są trudne do wygaszenia.

Dzięki zastosowaniu tranzystorów szybkich w układach napędowych (zamiast tyrystorów obecnie tranzystory GTO lub IGBT) problem jeszcze znacznie się zaostrzył. Częstotliwości są teraz na tyle wysokie, że stwarzają problemy. Powstające napięcia tworzą przepływ prądu między wirnikiem i stojanem, a ten przepływ jest możliwy tylko poprzez łożyska silnika, obciążenie zewnętrzne lub przyłączony enkoder. Szczotki uziemiające i inne urządzenia ochronne często okazują się niewystarczające, a poza tym muszą być starannie konserwowane.

W celu wyeliminowania problemów w silnikach elektrycznych zaczęto używać izolowanych łożysk lub pokryw zamykających łożyska. Jeżeli w takich izolowanych łożyskach silnika powstają napięcia, to dążą one do tego, aby w inny sposób je wyładować. I tak w pewnych

sytuacjach prąd płynie przez łożyska przyłączonego enkodera. Te stosunkowo małe łożyska mają cieńszą izolującą warstwę smaru niż łożyska silnika, dlatego też napięcie przebicia i opór są niższe. Prądy łożyskowe prowadzą szybko do uszkodzeń, ponieważ tworzą się iskry, a smar zostaje zanieczyszczony, co z kolei prowadzi do tworzenia się małych „kraterów”.

Nie chodzi tutaj o pojedyncze niewielkie uszkodzenie, bo nie jest ono groźne (z wyjątkiem np. zespawania elektrycznego z uziemieniem przez łożysko), ale poprzez częstsze występowanie małych uszkodzeń problem uwidacznia się po krótkim czasie. Jeżeli powstaną już takie początkowe uszkodzenia, to powierzchnie łożysk są następnie niszczone przez cząsteczki metalu znajdujące się w smarze, nawet jeżeli prąd zostanie wyeliminowany.

Aby enkoder był chroniony przed prądami łożyskowymi, musi być izolowany

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

od otoczenia lub od wałka silnika. W enkoderach z tuleją, model x86, często postępowano wg pierwszej metody. Ekran w enkoderze nie zostaje przy tym przyłączony do obudowy, używa się też izolowanego wspornika momentu obrotowego, np. z izolowanymi przegubami kulowymi.

Jednak w myśl obowiązujących przepisów EMV (o dopuszczalnej szkodliwości pola magnetycznego) ekran silnika musi być podłączony do obudowy enkodera, tak więc trzeba było użyć drugiej metody. Dlatego opracowano enkoder serii 861,

w którym wał drążony jest od środka, izolowany tworzywem sztucznym wysokiej jakości. W enkoderach, które są podłączone poprzez sprzęgło wału do silnika elektrycznego, jak np. w enkoderze serii 850 z kołnierzem, sprzęgło wału musi być odpowiednio izolowane, jeżeli zachodzi obawa występowania prądów łożyskowych.

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

WYDARZENIA

● Startupy wysokotechnologiczne to najbardziej innowacyjny segment polskiej gospodarki

Taylor Economics opublikowało raport *Startupy technologiczne. Polska 2021*, którego partnerami są Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Infoshare. Jest to praktycznie pierwsze tego typu opracowanie poddające tak szczegółowej analizie najbardziej innowacyjny fragment polskiej społeczności startupów. Zgodnie z raportem w Polsce co roku powstaje ponad 4 tysiące technologicznych startupów. Są to głównie spółki informatyczne świadczące usługi oparte na wiedzy, ale także spółki badawczo-rozwojowe czy też przedstawiciele zaawansowanych technologicznie sektorów przemysłowych, takich jak instrumenty i wyroby medyczne.

Bardziej szczegółowe dane kilkudziesięciu badanych startupów pokazują, że tam, gdzie w grę wchodzi zaawansowana technologia – gdzie mamy do czynienia z tak złożonymi innowacjami, jak leki, chemia, elektronika czy technika lotnicza i kosmiczna – nie ma zbyt dużo miejsca na absolwencki zapał i pomysł spisany na jednej kartce. Z raportu Taylor Economics wynika, że polskie startupy technologiczne zakładane są najczęściej przez 2–3-osobowe zespoły przy średniej wieku założyciela wynoszącej ok. 39 lat.

Raport podaje też szczegółowe dane na temat całej struktury podmiotowej założycieli, w tym posiadanych przez nich pakietów udziałów oraz obecności kobiet.

Struktura własności w początkowym okresie jest wysoce skoncentrowana, bowiem na osoby fizyczne w momencie rejestracji spółki przypada łącznie około 86% udziałów (średnio na jednego założyciela przypada pakiet 33% udziałów).

– Niezwykle ciekawe i korzystne jest to, że w gronie założycieli pojawiają się także kobiety. Z zebranych danych wynika, że stanowią one około 20% founderów technologicznych startupów – mówi Piotr Tamowicz, jeden z autorów raportu.

Wśród pozostałych założycieli brakuje jednak funduszy *venture capital*, natomiast widoczne są uczelnie. Z jednej strony pokazuje to, skąd wywodzą się najnowsze technologie, a z drugiej strony widać, że wciąż jest zapotrzebowanie na finansowanie komercjalizacji w sektorze naukowym.

W raporcie Taylor Economics znajdujemy także informacje o zmianach w strukturze właścicielskiej w kilka lat od ich założenia. Stosunkowo szybko startupy otwierają się na inwestorów zewnętrznych. W ciągu kilku pierwszych lat funkcjonowania startupów udziały założycieli obniżają się średnio o około 10 punktów procentowych. W to miejsce pojawiają się nowi udziałowcy, w tym między innymi fundusze *venture capital*. Co ciekawe, są to zarówno fundusze prywatne, jak i publiczne, tj. finansowane głównie w ramach programu BRIDGE Alfa realizowanego przez NCBR czy fundusze uruchomione przez PFR Ventures.

– Średni pakiet udziałów obejmowany przez fundusz *venture capital* na starcie wyniósł prawie 16%, przy czym fundusze finansowane ze środków publicznych obejmowały znacznie większe pakiety – średnio 24% udziałów. Jest to zaskakujące, gdyż wpływa to na osłabienie pozycji założycieli, zwłaszcza przy kolejnych rundach inwestycyjnych – mówi Michał Przybyłowski, jeden z autorów raportu.

Jak wskazano w raporcie, najważniejszym źródłem finansowania wysokotechnologicznych startupów pozostają dotacje na realizację prac badawczo-rozwojowych uzupełniane środkami własnymi założycieli lub prywatnych inwestorów. Jednym z najczęściej wykorzystywanych programów jest tzw. „szybka ścieżka”. Przeciętnie jest to jedna dotacja na startup, ale wraz z wiekiem spółek rośnie również liczba dotacji i realizowanych projektów.

Taylor Economics w swoim raporcie prezentuje także kilka studiów przypadków pokazujących, jak ciekawe i innowacyjne projekty są realizowane przez polskie startupy. Pomysły komercjalizowane przez Amorphis Pharma (projektowanie amorficznych postaci leków generycznych), ExploRNA Therapeutics (technologia wytwarzania trwałego i efektywnego mRNA) czy Advanced Diagnostic Equipment (zaawansowany bezinwazyjny diabetomat) to rozwiązania z najwyższej technologicznej półki, z których Polska może być dumna.

Źródło: Taylor Economics

Mobilna łączność przez Internet do zdalnego połączenia z urządzeniami dzięki Anybus Wireless Bolt IoT

HMS Networks wypuścił ostatnio nowe rozwiązanie – Anybus® Wireless Bolt IoT – które umożliwia niezawodną łączność z Internetem w oparciu o sieć komórkową głównie dla urządzeń znajdujących się w trudnym terenie, przy użyciu nowych sieci LTE NB-IoT oraz CAT-M1.

Firmy coraz częściej chcą i potrzebują łączyć zdalnie urządzenia w celu zdalnego monitorowania i sterowania przez Internet. Jednak często brakuje lokalnej infrastruktury umożliwiającej połączenie takich urządzeń z Internetem w tradycyjny sposób. Anybus Wireless Bolt IoT firmy HMS Networks jest ukierunkowany na tę właśnie sytuację, zapewniając niezawodną komórkową łączność internetową za pośrednictwem NB-IoT i CAT-M1 z urządzeniami, do których w innym przypadku trudno byłoby dotrzeć.

Wireless Bolt IoT zawiera wszystkie elementy potrzebne do uzyskania połączenia online przez sieć komórkową. Zapakowany w unikalny format śruby do montażu w otworze M50 na urządzeniu, posiada obudowę o stopniu ochrony IP66/IP67 z certyfikatem UL NEMA 4X

do montażu na zewnątrz, zintegrowaną antenę komórkową, mikrokontroler oraz firewall.

Wbudowany port ethernetowy służy do łączenia się z odpowiednimi portami w podłączonych urządzeniach. Konfiguracja odbywa się za pośrednictwem wbudowanego serwera WWW lub za pomocą poleceń REST wysyłanych przez port Ethernet. Następnie Anybus Wireless Bolt IoT przesyła dane w sposób przejrzysty z urządzenia przez sieć komórkową za pomocą protokołów opartych na TCP/UDP. Obsługiwane jest zasilanie przez Ethernet (PoE), ale zasilanie może być również dostarczane oddzielnie.

Na łączu komórkowym Wireless Bolt IoT komunikacja odbywa się za pomocą najnowszych standardów LTE NB-IoT i CAT-M1 z obsługą 2G (GPRS/EDGE), co umożliwia niezawodną pracę w prawie każdym miejscu na świecie. Nowe standardy LTE to tak zwane technologie LP-WAN (*Low Power Wide Area Network*) odpowiednie do nowych zastosowań IoT, które zazwyczaj wymagają niskiego zużycia energii, niskiej przepustowości (25–300 kbit/s), maksymalnego pokrycia mapy geograficznej i niskiego kosztu łączności. Wbudowane gniazdo karty SIM umożliwia połączenie

z dowolną siecią operatora na całym świecie. Prywatne sieciowanie zasobów w przedsiębiorstwie jest również obsługiwane przy użyciu prywatnych sieci komórkowych APN.

Wireless Bolt IoT jest szczególnie przydatny w przypadku urządzeń zasilanych bateryjnie, które nie są podłączone do sieci elektrycznej, takich jak elektroniczne znaki drogowe, stacje pomiaru ruchu i stacje pomiaru poziomu wody. Korzystając z „trybu niskiego zużycia energii”, Wireless Bolt IoT przechodzi w stan niskiego poboru mocy, gdy dane nie są przesyłane, co oznacza, że rozmiar baterii/zasilacza można ograniczyć do minimum. ■



Elmark Automatyka SA

ul. Niemcewiczka 76

05-075 Warszawa

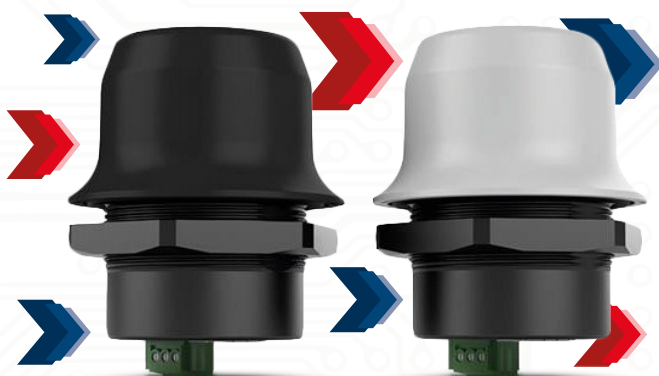
tel. 22 773 79 37

tel. 22 773 79 36

e-mail: elmark@elmark.com.pl

www.elmark.com.pl

reklama



**Niezawodne
połączenie internetowe
dzięki nowym standardom
NB-IoT i CAT-M1**

Sprawdź w naszym sklepie:
www.elmark.com.pl



Anybus®
BY HMS NETWORKS



Zasilacze LED do zadań specjalnych

Większość z nas, czytając artykuł zatytułowany „zasilacz LED”, ma na myśli powszechnie stosowane modele w metalowych/plastikowych obudowach, umieszczane bezpośrednio w oprawie lub też zabudowane ścianką kartonowo-gipsową. Tymczasem wraz z rozwojem technologii diody LED są również wykorzystywane nie tylko w celach oświetleniowych czy dekoracyjnych, ale również w aplikacjach przemysłowych, np. w laserach dużej mocy, naświetlaczach UV itd. Pociąga to za sobą konieczność ciągłego rozwoju również urządzeń zasilających. W poniższym artykule pokrótce opisano kilka niestandardowych przykładów zasilaczy LED.

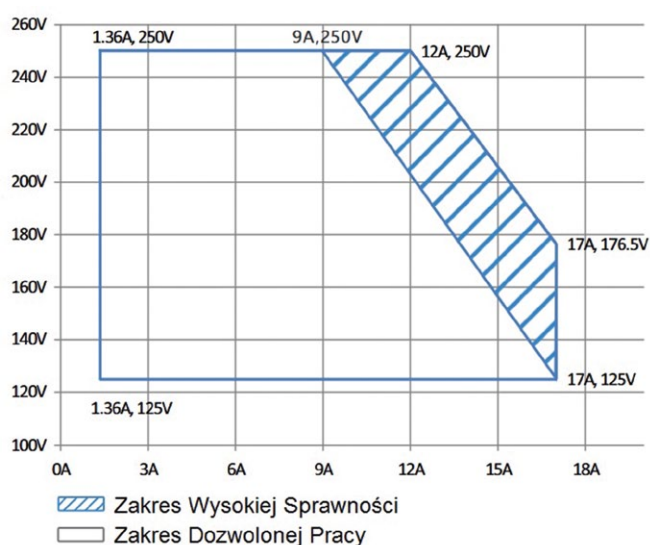
CSP-3000

Pierwszy niestandardowy zasilacz, o którym warto wspomnieć jest wykorzystywany właśnie w aplikacjach przemysłowych, takich jak wymieniony wcześniej laser dużej mocy, naświetlacz UV. Model CSP-3000, o którym mowa, to aż 3 kW mocy przy dostępnych wariantach napięciowych 120/250/400 V DC. Każdy z modeli posiada opcję regulacji napięcia wyjściowego, dzięki czemu sumaryczny zakres napięciowy 3 modeli zawiera się w przedziale od 90 do 400 V DC. Dodatkowo producent przewidział również opcję regulacji prądu wyjściowego oraz możliwość łączenia równoległego do 3 jednostek – co dodatkowo zwiększa możliwości całego systemu. Istnieje również możliwość zabezpieczenia PCB dodatkową powłoką ochronną (wersja opcjonalna). Przykładową charakterystykę modelu CSP-3000-250 przedstawiono na rys. 1.

Jak widać, model UHP-3000-250 posiada możliwość regulacji napięcia w zakresie 125–250 V DC oraz prądu od 1,36 A do 17 A. Właśnie dzięki tak szerokiej charakterystyce zasilacz może pracować z wieloma wariantami diod mocy. Urządzenie posiada również szereg zabezpieczeń, takich jak: zwarciowe, przeciążeniowe, nadnapięciowe, temperaturowe czy też informujące o awarii wentylatora, zaś producent przewidział 5-letni okres gwarancji.

Seria UHP

W temacie zasilania diod LED istotną rolę odrywają również modele bezwentylatorowe. Coraz częściej możemy się spotkać z aplikacjami, gdzie zasilamy kilkadziesiąt lub nawet kilkaset metrów taśm LED przy jednoczesnej konieczności braku wentylatora. Do tej pory jedynym ewentualnym rozwiązaniem było wykorzystanie kilku zasilaczy połączonych równolegle, montowanych na szynie. Na szczęście od niedawna mamy serię UHP, która została poszerzona o modele 1000/1500/2500 W. Producent przewidział kilka wersji o napięciach wyjściowych 12/24/36/48 V DC (w zależności od mocy wyjściowej). Dodatkowo warto w tym momencie wspomnieć o niskim profilu (41–60 mm), dzięki czemu mogą być one montowane w miejscach o ograniczonej powierzchni. Niewątpliwymi atutami są również dodatkowe opcje, takie jak możliwość zdalnego włączania/wyłączania, dodatkowe wyjście DC OK czy też opcjonalna wersja z komunikacją PMBus/CANBus. Wszystkie modele pracują w szerokim zakresie temperatur (–30 do +70°C) oraz mają 5-letnią gwarancję.



Podsumowanie

W miarę rozwoju nowoczesnych technologii LED rośnie zapotrzebowanie na coraz to nowsze konstrukcje zasilaczy. Praca bezwentylatorowa, wysokie napięcie wyjściowe przy jednoczesnej dużej mocy wyjściowej czy też dodatkowa opcja wbudowanej magistrali komunikacyjnej – są to jedynie niektóre z coraz liczniejszych wymagań stawianych zasilaczom tego typu. Można się więc spodziewać, że w przyszłości zasilacze staną się urządzeniami jeszcze bardziej złożonymi pod względem technologicznym. ■



Elmark Automatyka SA

ul. Niemcewicza 76

05-075 Warszawa

tel. 22 773 79 37

tel. 22 773 79 36

e-mail: elmark@elmark.com.pl

www.elmark.com.pl

WYDARZENIA

● Robot odkryje tajemnice wombatów

Naukowcy opracowali robota eksplorującego nory wombatów, aby lepiej zrozumieć, w jaki sposób roztocza wywołujące świerzby rozprzestrzeniają się między tymi zwierzętami.

Są to przede wszystkim zwierzęta nocne, które spędzają wiele godzin, śpiąc w norach, które kopią w ziemi. Zmieniają je co cztery do dziesięciu dni, często po prostu przenosząc się do takiej, która została już wcześniej wykopana i zajęta przez innego wombata. Uważa się, że pasożytnicze roztocza *Sarcoptes scabiei* powodujące świerzby drążący mogą być przenoszone między wombatami na skutek tego zwyczaju.

Badacze z australijskiego Uniwersytetu La Trobe i Uniwersytetu Tasmanii chcieli sprawdzić, jak bardzo prawdopodobna jest ich hipoteza, więc opracowali robota mogącego ją zweryfikować w naturze. Akumulatorowo zasilane

urządzenie o nazwie WomBot ma długość 30 centymetrów, waży 2 kilogramy i porusza się na gąsienicach z maksymalną prędkością 0,15 m/s. Robot jest również wyposażony w czujniki temperatury i wilgotności, przednie i tylne kamery oraz oświetlenie LED. Obraz z kamer jest przekazywany na żywo do operatora za pomocą podłączonego kabla Ethernet. Dodatkowo chwytak zamieszczony z przodu robota umożliwia umieszczenie czujników rejestrujących dane w norach, a następnie ich odzyskanie.

– Nory wombatów są trudne do eksploracji, ponieważ są wąskie, błotniste, mogą mieć dziesiątki metrów długości i zawierać strome sekcje oraz ostre zakręty – powiedział dr Robert Ross z Uniwersytetu La Trobe, autor artykułu na temat badania. – WomBot pozwala nam badać te nory bez ich niszczenia lub potrzeby korzystania z drogiego radaru

penetrującego. Może to z pewnością pomóc nam lepiej zrozumieć warunki środowiskowe panujące w norach mogące ułatwiać transmisję świerzbu skórznego.

We wrześniu 2020 roku robot został użyty do zbadania 30 nor wombatów na Tasmanii. Stwierdzono, że średnia temperatura w tych norach wynosiła 15°C, podczas gdy średnia wilgotność względna – 85%. Według wcześniejszych badań roztocza rozwijają się w temperaturze około 10°C i wilgotności względnej od 75% do 95%, czyli w warunkach podobnych do tych panujących w badanych obszarach. Na podstawie zebranych danych naukowcy wnioskują, że samice *Sarcoptes scabiei* mogą przeżyć 9 do 10 dni przy wejściu do nory lub 16 do 18 dni w jej wnętrzu, rozprzestrzeniając się tym samym z jednego wombata na drugiego.

Źródło: newatlas

reklama

CSP-3000

3kW mocy z napięciem wyjściowym 90-400 VDC

Parametry:

- 3 modele do wyboru 110/250/400 VDC
- Możliwość łączenia równoległego do 9000W
- Regulacja napięcia wyjściowego 90-400V (w zależności od modelu)
- Wbudowana funkcja zdalnego włączania / wyłączenia
- Szereg zabezpieczeń na wyjściu
- 5 lat gwarancji



Sprawdź w naszym sklepie:
www.elmark.com.pl



Jak zwiększyć wydajność maszyny dzięki sterownikowi ruchu Trio

Producent maszyn etykietujących w USA, w celu zwiększenia wydajności i precyzji naklejania etykiet, postanowił zmodernizować sterowniki ruchu w swoich urządzeniach. Maszyny zostały wyposażone w sterowniki od firmy Trio Motion Technology. Komponenty te wpłynęły na wzrost wydajności o ponad 25%, jednocześnie zwiększając dokładność etykietowania do $\pm 0,5$ mm.

Precyzja i szybkość maszyny etykietującej

Założona ponad 100 lat temu amerykańska firma produkuje co roku setki maszyn. Urządzenia znajdują swoje zastosowanie w pakowaniu oraz etykietowaniu produktów na rynku żywności i napojów, a także w przemyśle medycznym i farmaceutycznym. Opakowania muszą być etykietowane oraz ustawiane z dużą precyzją powtarzaną w tysiącach sztuk. Co więcej, w celu zmaksymalizowania przepustowości produkcja wymaga dużej prędkości.

Maszyny mogą umieszczać etykiety zarówno na górze, jak i na dole produktu. Te pierwsze służą do określenia marki, te drugie zawierają m.in. dane o wartości odżywczej. Etykieciarki liniowe, umieszczane bezpośrednio za maszyną pakującą, stanowią część procesu produkcyjnego i muszą być skoordynowane z prędkością przenośnika. Prędkość ta może się zmieniać w zależności od wielu czynników, w tym obciążenia przenośnika, mechaniki i wahań napięcia w silniku napędowym. Dużym wyzwaniem jest dokładne naklejenie etykiet oraz zachowanie precyzji nawet wtedy, gdy

częstotliwość podawania opakowań jest duża. Wcześniej do zapewnienia kontroli producent maszyny etykietującej używał programowalnego interfejsu HMI. Jednak klienci wymagali większej precyzji w naklejaniu etykiet, która malała wraz ze wzrostem prędkości przenośnika.

Łatwa integracja i niezawodność sterowników ruchu

Producent zwrócił się z prośbą do firmy Trio Motion o dostarczenie rozwiązania, które poprawiłoby precyzję umieszczania etykiet. Dodatkowo ważne było, aby precyzja ta nie zmieniała się przy dużej przepustowości. Sterownik ruchu, w celu utrzymania efektywności produkcji, miał zapewniać łatwą integrację oraz większą niezawodność. W związku z tym do sterowania dwoma silnikami krokowymi Trio zaproponował sterownik ruchu Euro404, pod który podpięty został liniał do precyzyjnego śledzenia przenośnika. Euro404 dokładnie rejestruje jego odczyty oraz steruje wysyłaniem etykiet na opakowania.

Sterownik ruchu, wyposażony w precyzyjny 64-bitowy procesor ARM11 oraz wspierający liczby zmiennoprzecinkowe, zwiększył dokładność etykietowania o 50% (od $\pm 1,0$ mm do $\pm 0,5$ mm). Co najważniejsze, precyzyjne umieszczanie etykiet osiągnięte jest niezależnie od prędkości przenośnika i dopływu produktu, dzięki czemu zwiększenie wydajności produkcji nie stanowi problemu. Za pomocą

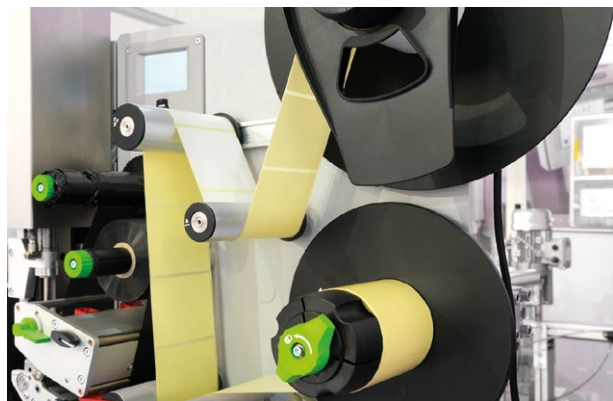


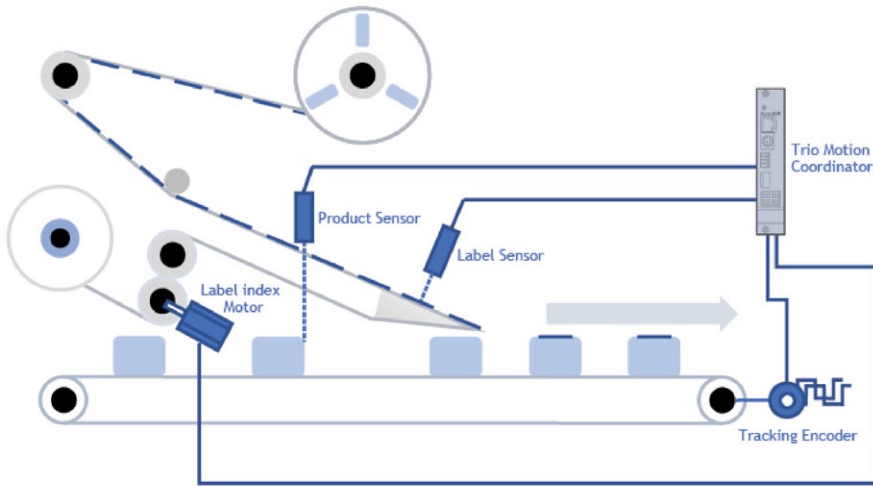
wejścia enkoderowego i przekładni elektronicznej prędkość przenośnika i silnika są precyzyjnie synchronizowane.

Całkowita przepustowość zależy od rozmiaru paczki. Teraz maszyna jest w stanie umieścić do 3 etykiet na sekundę lub 180 etykiet na minutę. Zastosowane rozwiązanie zwiększyło przepustowość maszyny o ponad 25%. Poprzedni system nie był w stanie śledzić prędkości przenośnika i przychodzących opakowań w czasie rzeczywistym. Nowy sterownik od Trio umożliwił osiągnięcie kompromisu między przepustowością a precyzją.

Uniwersalne rozwiązanie od Trio

Sterownik Trio Euro404 jest dostarczany jako gotowe urządzenie do zamontowania na płycie sterującej, w tym przypadku projektowanej przez producenta maszyny. Model Euro404 nie wymaga modyfikacji, co znacznie skraca czas wprowadzenia na rynek oraz obniża koszty. Producent chciał także, aby tablica kontrolna posiadała





Podsumowując, zastosowanie Trio pozwoliło na zmniejszenie kosztów produkcji, skróciło czas wdrożenia i uruchomienia maszyny, przy okazji zwiększając dokładność i przepustowość w porównaniu z wcześniejszym rozwiązaniem. Dla osób zainteresowanych Trio posiada także kontrolery z protokołem EtherCAT, które znajdują zastosowanie w maszynach etykietujących o większej liczbie osi. ■

kompaktowe wymiary, co znacznie zminimalizowałyby rozmiar maszyny. Sterownik mieści się w niskoprofilowej płycie i obudowie, co pomaga osiągnąć niewielką powierzchnię.

Wcześniejsze rozwiązanie (interfejs z HMI) nie było uniwersalne; dla każdego typu maszyny, konieczna była modyfikacja programu. Sterowniki Trio

używają natomiast tego samego programu bez konieczności zmian. Dodatkowo seria kontrolerów Euro pozwala sterować zarówno napędami krokowymi, jak i wyjściem serwo (sterowanie analogowe w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego). Oprogramowanie Trio pozwala także załadować programy sterowników starszej generacji do nowych urządzeń.

MultiProjekt

MultiProjekt Automatyka Sp. z o.o.

ul. Cystersów 20 A, I piętro

31-553 Kraków

tel. 12 413 90 58

fax 12 376 48 94

e-mail: info@multiprojekt.pl

www.multiprojekt.pl

reklama

ESTUN

Serwowzmacniacze i serwo silniki



Serwo silniki EM3A

- zakres mocy: od 50 W do 2000 W
- maksymalna prędkość: 6000 obr. / min.
- sprzężenie zwrotne:
 - enkoder abs. jednoobr. 20-bit (BiSS)
 - enkoder abs. wieloobr. 23-bit
- stopień ochrony: IP65



Serwowzmacniacze serii ProNet:

- obsługa silników od 50 W do 22 000 W
- sterowanie impulsowe pozycją
- sterowanie analogowe prędkością i momentem
- pozycjonowanie przez Modbus, CANopen lub EtherCAT
- autotuning czasu rzeczywistego



Serwowzmacniacze serii ED3M

- obsługa silników od 50 W do 1 000 W
- zintegrowany napęd do obsługi 2 lub 3 osi
- sterowanie pozycją
- pozycjonowanie przez Modbus, CANopen lub EtherCAT
- wspólna szyna DC

Zintegrowane systemy wizyjne

Drukarka samokalibrująca. Mniejsza ilość odpadów to większa rentowność

Tendencja do zmniejszania nakładów utrzymuje się w całej branży drukarskiej – etykiety nie są tu wyjątkiem. Aby zminimalizować straty materiałów i przestoje między seriami, firma Nilpeter wyposaża swoje maszyny we w pełni zintegrowany system wizyjny firmy B&R, tym samym zwiększając ich rentowność.

Zmieniający się rynek i problemy producentów

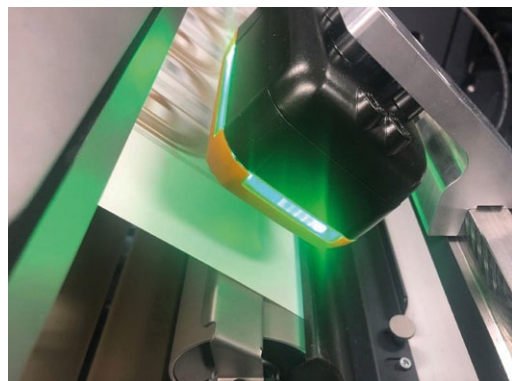
Rynek poligraficzny wygląda zupełnie inaczej niż jeszcze dziesięć lat temu. Zamiast dużych partii produkowanych w długich seriach mamy krótkie serie i wiele przebrożeń produkcji każdego dnia.

– Dziś wielu klientów zamawia zaledwie tysiąc etykiet, podczas gdy kiedyś potrzebowali ich 30 lub 40 tysięcy na raz – zauważa Jesper Larsen, menedżer ds. rozwoju oprogramowania w firmie Nilpeter. – Żał nam każdej sekundy czasu produkcyjnego straconej na konfigurowanie produkcji nowego typu etykiety.

Aby druk etykiet był opłacalny, ważne jest również ograniczenie do minimum liczby arkuszy marnowanych z powodu błędów w druku. Przy prędkości przesuwu wstęgi przez maszynę drukującą Nilpeter, wynoszącej kilka metrów na sekundę, nawet najmniejsza niedokładność pozostawia zauważalne szkazy na wydrukowanych etykietach. Takie problemy z jakością mogą generować duże koszty w postaci odpadów – o czym doskonale przekonał się ten duński konstruktor maszyn.

Wyzwania stojące obecnie przed firmami drukującymi etykiety

- Coraz bardziej powszechne małe nakłady drukowanych etykiet.
- Czas tracony na konfigurowanie produkcji nowych typów etykiet.
- Kosztowne straty materiałów powodowane błędami w druku.



Przyczyniając się do zmniejszenia ilości odpadów o 50%, system wizyjny pozwolił znacznie zwiększyć rentowność maszyn



Firma Nilpeter wyposaża każdą z sześciu drukarek etykiet w kamerę systemu wizyjnego B&R

Większa precyzja

Nilpeter od lat pracuje wspólnie z B&R nad nowymi rozwiązaniami w zakresie automatyzacji i zapewniania jakości. Zarządzający firmą od razu dostrzegli korzyści, jakie system wizyjny B&R mógłby przynieść ich drukarkom. Dokładna analiza takich procesów, jak kontrola rejestracji, może naprawdę pomóc w ograniczeniu strat.

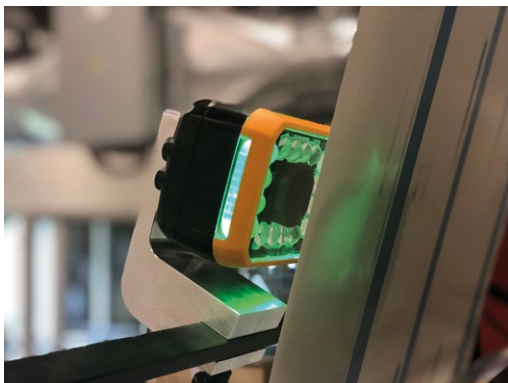
Firma Nilpeter wyposaża każdą z sześciu drukarek etykiet w kamerę systemu wizyjnego B&R. Kamery stale monitorują położenie etykiet na taśmie. Jeśli oprogramowanie do przetwarzania obrazu wykryje jakiegokolwiek niedokładności w wyrównaniu kolorów, kamera powiadamia system sterowania maszyną, a ten automatycznie dokonuje niezbędnych korekt.

Korzyści dla konstruktorów maszyn i ich klientów

Zintegrowany system wizji maszynowej sprawia, że maszyny Nilpeter są bardziej dyspozycyjne i wydajne.

– W efekcie mamy inteligentnie sterowaną, elastyczną produkcję seryjną, a rozwiązanie jednoprzewodowe oznacza, że producenci mogą szybciej wprowadzać swoje maszyny na rynek – wyjaśnia Jensen, mówiąc o ogromnych możliwościach wprowadzenia zintegrowanego systemu wizji maszyn w firmie Nilpeter.

Skoro nakłady na materiały stanowią tak dużą część kosztów druku etykiet, to łatwo wyobrazić sobie, ile można zyskać, zmniejszając ilość odpadów o połowę. Zastosowanie zintegrowanego systemu wizyjnego B&R sprawia, że Nilpeter jest jedną z niewielu firm w branży, która może zapewnić tak ogromny wzrost wydajności swoich maszyn.



Kamery B&R stale monitorują położenie etykiet na taśmie

Korzyści z wprowadzenia systemu wizji maszynowej B&R w drukarkach etykiet firmy Nilpeter

- Przyczyniając się do zmniejszenia ilości odpadów o 50%, system wizji maszynowej B&R pozwolił znacznie zwiększyć rentowność maszyn.
- Kamery B&R wykrywają problemy z wyrównaniem kolorów z dokładnością do 12 µm.
- Maszyna drukarska może dokonywać na bieżąco autokalibracji bez przerywania procesu drukowania.
- Maszyna dokonuje niezbędnych korekt automatycznie.
- Sterowanie oświetleniem i kolorem zintegrowane z kamerami B&R zapewnia spójny i pewny efekt.



Jesper Larsen

Menedżer ds. rozwoju oprogramowania,
Nilpeter A/S

Skoro nakłady na materiały stanowią tak dużą część kosztów druku etykiet, to łatwo wyobrazić sobie, ile można zyskać, zmniejszając ilość odpadów o połowę. Ekscytująca perspektywa!

Nilpeter od ponad stulecia dostarcza maszyny do druku wysokiej klasy etykiet. Dziś jej klientów można spotkać w branży kosmetycznej, spożywczej i opakowaniowej.

Technologia wizyjna B&R zapewnia zarówno niezwykłą precyzję, jak i dużą elastyczność wymaganą w przypadku ciągłych zmian produktów. Pełna integracja technologii oznacza, że sterowanie kamerą, oświetleniem i kolorami jest częścią systemu sterowania maszyny podobnie, jak cała pozostała automatyka. Wszystkie komponenty komunikują się ze sobą w tej samej sieci, w czasie rzeczywistym. ■



B&R Automatyka Przemysłowa Sp. z o.o.
www.br-automation.com

reklama



MASZYNA ADAPTACYJNA

Twoja przewaga konkurencyjna

Aby wygrać w świecie masowej personalizacji, e-commerce, sprzedaży wielokanałowej i bezpośredniej do klienta, potrzebne są maszyny zdolne do adaptacji. Oto pierwsza koncepcja maszyn, które dostosowują się do wytwarzanego i pakowanego produktu!

Dzisiejsze wyzwania Rozwiązania maszyn adaptacyjnych

| | |
|----------------------------|--|
| Masowa personalizacja | Maszyny, które wytwarzają pod zamówienie |
| Wiele wariantów produktu | Natychmiastowe przebrojenie bez przestoju |
| Krótki cykl życia produktu | Łatwa rekonfiguracja za pomocą cyfrowego bliźniaka |

B&R umożliwia adaptację maszyny dzięki Track Technology zintegrowanej z robotyką, systemem wizyjnym i cyfrowemu bliźniakowi.



Zdobądź przewagę konkurencyjną na:
www.br-automation.com/adaptive

PERFECTION IN AUTOMATION
A MEMBER OF THE ABB GROUP



Zaawansowane rozwiązania systemów napędowych w przemyśle z zastosowaniem przemienników częstotliwości średniego napięcia w topologii prądowej PowerFlex 7000 firmy Rockwell Automation

Zdecydowana większość aplikacji, z wykorzystaniem regulacji prędkości obrotowej silników średniego napięcia za pomocą przemienników częstotliwości w energetyce, przemyśle wydobywczym oraz ciężkim, to różnego rodzaju wentylatory i pompy. Standardowy układ napędowy składa się z rozdzielni średniego napięcia z dedykowanym polem zasilającym, przemiennikiem częstotliwości i silnikiem z przyłączonym do niego danego rodzaju obciążeniem. Ale czy układ napędowy zawsze musi wyglądać tak samo?

Load Sharing – jedno obciążenie, wiele napędów

W dzisiejszym przemyśle specyfika układów technologicznych często wymaga zapewnienia systemów napędowych o dużej mocy. Naturalną konsekwencją jest powszechne stosowanie rozwiązań z wykorzystaniem silników średniego napięcia, przeważnie połączonych dodatkowo z przekładnią mechaniczną. Jednak co w przypadku, gdy nawet powyższe sposoby są niewystarczające? Zwróćmy uwagę, że w niestandardowych aplikacjach dobór nietypowych urządzeń (trudno dostępnych na rynku) wiąże się z długimi terminami produkcji i dostaw oraz z koniecznością przewymiarowania towarzyszącej infrastruktury technicznej. Odpowiedzią na tego typu rozbudowane projekty jest współdzielenie jednego obciążenia pomiędzy wiele systemów napędowych, tzw. Load Sharing. W tego rodzaju skomplikowanych technicznie aplikacjach nie bez znaczenia jest



możliwość zastosowania przemienników częstotliwości średniego napięcia, która pozwala osiągnąć dodatkowe korzyści płynące z możliwości regulacji prędkości obrotowej silników. Wśród najistotniejszych wymieniane są:

- **korzyści ekonomiczne** – redukcja zużycia energii elektrycznej;
- **korzyści środowiskowe** – redukcja generowanego hałasu przez pracujące urządzenia;
- **korzyści eksploatacyjne** – poprawa warunków eksploatacyjnych sieci zasilającej, silników i urządzeń technologicznych (zmniejszenie uderzeń prądowych przy rozruchu, zmniejszenie obciążeń mechanicznych i drgań zespołu napędowego).

Jednym z praktycznych przykładów, aplikacji współdzielenia obciążenia z zastosowaniem regulacji prędkości obrotowej jest przenośnik taśmowy.

Przenośnik taśmowy jako zaawansowana aplikacja wielosilnikowa

Przenośniki taśmowe są szeroko stosowane w przemyśle wydobywczym do transportu surowca z jednego miejsca na drugie. Pojedynczy przenośnik może mieć długość od kilku metrów do kilku kilometrów i może być nachylony w górę lub w dół, w zależności od terenu, na jakim transportowany jest materiał. System przenośników taśmowych składa się z wielu kluczowych elementów, których



precyzyjna współpraca zapewnia prawidłowe funkcjonowanie taśmociągu. Jednym z głównych elementów, bez którego transport nie byłby możliwy, jest napęd przenośnika, który stanowi silnik elektryczny. Najbardziej popularna konfiguracja to zastosowanie napędu do jednego z głównych bębnow taśmy, znajdującego się zazwyczaj na końcu biegu przenośnika. Dla dłuższych lub pochylonych przenośników, gdzie wymagane jest wygenerowanie większego momentu do transportu surowca, zazwyczaj stosuje się więcej niż jeden napęd, np. dwa silniki pracujące na wspólny bęben lub dwa pojedyncze silniki napędzające osobne bębny tej samej taśmy transportowej. Podobne zastosowania współdzielenia obciążenia przez dwa lub więcej silników można też spotkać wszędzie, gdzie wymagane jest wygenerowanie znacznego momentu rozruchowego (przy niskiej lub nawet zerowej prędkości), np. w przypadku dużych młynów, kruszarek czy mikserów przemysłowych.

Przemysł wydobywczy i współczesne wyzwania

Postępujące standardy europejskie i polityka środowiskowa wymagają zminimalizowania uciążliwości przemysłu ciężkiego dla otoczenia, tym bardziej, gdy projekt dotyczy obszaru wydobywania węgla metodą odkrywkową. W sytuacji, w której nie można zrezygnować z węgla z dnia na dzień, a alternatywne źródła energii nie są wystarczające, aby pokryć wciąż rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną, należy maksymalnie wykorzystać dostępną technologię, aby ograniczyć negatywny wpływ przemysłu na środowisko, co jest możliwe dzięki zastosowaniu nowoczesnych napędów średniego napięcia.

Odpowiadając na zapotrzebowania rynku, firma Intron Automatyka w 2015 roku jako pierwsza w Polsce wykonała innowacyjną aplikację regulacji prędkości obrotowej przenośników taśmowych na bazie przemienników częstotliwości średniego napięcia w odkrywkowej kopalni węgla brunatnego. Po zaledwie 4 latach satysfakcjonujący efekt ekonomiczno-środowiskowy przyczynił się do realizacji równoległej Magistrali Węglowej MW-1 w 2020 roku. Na przykładzie ostatniej realizacji w niniejszym artykule

przybliżamy najciekawsze aspekty techniczne tej inwestycji.

Przenośnik w liczbach i wybrane funkcjonalności

Nowo powstała Magistrala Węglowa składa się z trzech taśmociągów napędzanych silnikami średniego napięcia:

- MW-1.1 – długość przenośnika ok. 700 m, napędzany pojedynczym silnikiem 1000 kW, 6 kV;
- MW-1.2 – długość przenośnika ok. 1000 m, napędzany pojedynczym silnikiem 1000 kW, 6 kV;
- MW-1.3 – długość przenośnika ok. 1500 m, napędzany trzema silnikami 1000 kW, 6 kV.

Do napędu taśmy przenośnika w przypadku MW-1.3 zastosowano trzy silniki klatkowe o mocy 1000 kW, 6 kV, które napędzają dwa bębny. Dwa silniki połączone za pomocą dwóch identycznych przekładni pracują na wspólny bęben, a trzeci silnik – również z użyciem przekładni – napędza osobny bęben. Do zasilania każdego silnika w celu regulacji prędkości taśmociągu zastosowano przemiennik PowerFlex7000 Rockwell Automation o prądzie znamionowym 140 A w wariantcie Heavy Duty, umożliwiającym przeciążanie przemiennika o 150% przez 1 min raz na 10 min. Układ został uzupełniony o zaawansowany sterownik PLC ControlLogix marki Allen-Bradley i zaprogramowany tak, aby pracował w konfiguracji 1 x Master + 2 x Slave. Jeden z przemienników napędzających taśmę pracuje w trybie regulacji prędkości, a dwa pozostałe pracują w trybie regulacji momentu, którego wartość referencyjna zadawana jest przez przemiennik o statusie Master.

W celu zwiększenia niezawodności układu i udostępnienia maksymalnego czasu użyteczności przenośnika zastosowano algorytm pozwalający na odstawienie jednego z trzech napędów w przypadku awarii, np. jednego z silników. Możliwe jest przejście funkcji Master przez inny przemiennik i kontynuowanie pracy przenośnika ze zredukowanym obciążeniem, w konfiguracji pracujących dwóch z trzech napędów.

Redukcja obciążenia w przypadku przenośnika jest specyficznym zagadnieniem i często pomijany, co może łatwo doprowadzić do niekontrolowanego

przeciążenia układu. Wartość momentu obrotowego wymaganego do wygenerowania w danej chwili jest determinowana przez ilość materiału na taśmie. Zatem przy odstawieniu jednego z napędów pozostają do wyboru dwie opcje: ograniczenie ilości podawanego surowca lub zwiększenie prędkości taśmy newralgicznego odcinka w stosunku do pozostałych, w celu redukcji ilości materiału na 1 metr bieżący taśmy.

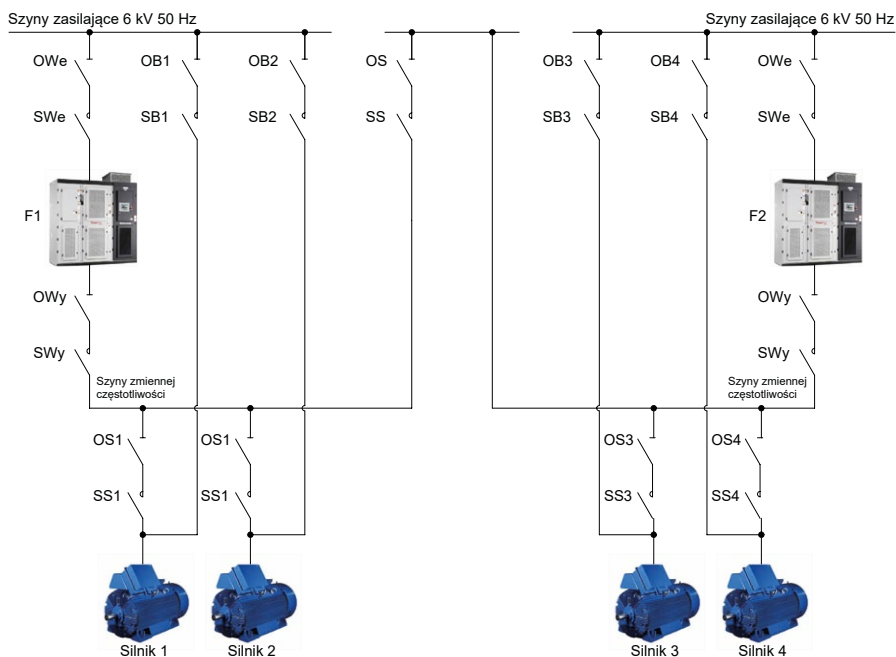
Ze względu na różnicę poziomów na całej długości przenośnika i nachylenie poszczególnych jego odcinków wymagane było zabezpieczenie przed cofnięciem się taśmy pod obciążeniem. Zastosowanie przemienników pracujących w pętli sprzężenia zwrotnego z enkoderem pozwoliło uzyskać żądany efekt. Gdy taśma jest zatrzymana i napędy nie pracują, wymagany jest hamulec mechaniczny uniemożliwiający stoczenie się ładunku. Układ zaprogramowano w taki sposób, aby podczas sekwencji rozruchu przenośnika uwzględniał wygenerowanie odpowiedniego strumienia silnika w celu zapewnienia wystarczającego momentu, zanim hamulec mechaniczny zostanie zwolniony.

Transfer synchroniczny – jeden napęd, wiele możliwości

Równie ciekawą i niecodzienną aplikacją z wykorzystaniem przemienników częstotliwości średniego napięcia w topologii prądowej PowerFlex 7000 jest tak zwany transfer synchroniczny. Tego typu rozwiązania mogą być wykorzystane dla pojedynczego silnika, jak i do rozruchu sekwencyjnego grupy silników (do 6 silników za pomocą jednego przemiennika częstotliwości).

W przypadku pojedynczego silnika największą zaletą tego typu rozwiązania jest możliwość odstawienia przemiennika do planowych prac konserwacyjnych, bez konieczności zatrzymywania silnika, co ma bardzo istotne znaczenie dla krytycznych aplikacji.

Dla grupy silników transfer synchroniczny najczęściej wykorzystywany jest w aplikacjach pompowych. Dla takiej konfiguracji funkcjonalność układu jest wykorzystywana, kiedy pojedyncza pompa dochodzi do granic swojej wydajności, a proces technologiczny wymaga zwiększenia wysokości podnoszenia



Jakość pod kontrolą

Dobór właściwego systemu napędowego dla danej aplikacji uzależniony jest głównie od potrzeb technologicznych układu. Istotne jest również spełnienie dodatkowych wymagań środowiskowych oraz osiągnięcie efektów ekonomicznych. Wykorzystanie innowacyjnych przemienników w topologii prądowej PowerFlex 7000 firmy Rockwell Automation w połączeniu ze sterownikiem Allen-Bradley z rodziny ControlLogix umożliwia realizację zaawansowanych technicznie aplikacji zarówno do współdzielenia jednego obciążenia przez kilka przemienników częstotliwości (*Load Sharing*), jak i rozwiązania z pojedynczym napędem do wielu silników (transfer synchroniczny). Uruchamianie oraz serwisowanie tego typu układów napędowych wymaga szerokich kompetencji jednocześnie z dziedziny przemienników częstotliwości oraz sterowników PLC. Firma Introl Automatyka, jako jedna z niewielu na świecie, posiada certyfikat w programie partnerskim *Recognized System Integrator (RcSI)* firmy Rockwell Automation zarówno w dziedzinie Power (napędy średniego napięcia), jak i w dziedzinie Control (sterowanie i wizualizacja). Aktualnie w dziale systemów napędowych MVD (*Medium Voltage Drives*) swoją techniczną pasję rozwija czterech certyfikowanych inżynierów o łącznym ponad 40-letnim doświadczeniu w kraju i za granicą. Uzyskane certyfikaty i uznanie naszych Klientów z powodzeniem od wielu lat napędzają nas do działania. ■

Do zobaczenia na obiekcie!

Zespół MVD: Adam Chojnacki, Mateusz Zolich, Damian Krinke, Artur Pierścionek.

bądź przepływu. Pompa ta zostaje przełączona na *bypass* (zasilanie bezpośrednie z sieci), w dalszej kolejności dołączona jest kolejna pompa regulowana przez przemiennik, która zależnie od aplikacji może być połączona szeregowo, kiedy wymagane jest zwiększenie wysokości podnoszenia, lub równoległe dla zwiększenia przepływu.

Innym zastosowaniem może być wykorzystanie przemiennika częstotliwości PowerFlex 7000 do rozruchu sekwencyjnego grupy silników na zasadzie układu łagodnego rozruchu. Przewagą użycia w tego typu aplikacjach przemiennika nad klasycznymi urządzeniami softstart jest to, że praktycznie nie ma ograniczeń co do ilości łagodnych rozruchów, jak i kontrolowanych zatrzymań silników. Dodatkowo podczas rozpędzania silnika nie dochodzi do wielokrotnego przekroczenia jego prądu znamionowego, jak ma to miejsce przy rozruchu bezpośrednim lub poprzez softstart.

Sama idea transferu synchronicznego polega na tym, że przemiennik zasilający jeden z grupy silników może regulować jego prędkość obrotową lub zsynchronizować z siecią zasilającą. Synchronizacja odbywa się poprzez rozpędzenie silnika do pełnej prędkości, następnie dzięki pomiarowi napięcia po stronie sieci zasilającej i możliwości jednoczesnej regulacji napięcia wyjściowego przemiennika następuje dostosowanie tych dwóch napięć względem siebie. Po

tym załączony zostaje stycznik *bypass* do zasilania bezpośredniego silnika z sieci, a otwarty zostaje stycznik na wyjściu z przemiennika. Po takiej sekwencji przemiennik przechodzi w stan gotowości i może rozpędzić kolejny silnik z grupy lub dokonać desynchronizacji, czyli połączyć się z już pracującym silnikiem i przejąć nad nim kontrolę poprzez załączenie stycznika wyjściowego z przemiennika i wyłączenie stycznika *bypass*.

Transfer synchroniczny w rozwiązaniu firmy Rockwell Automation może być na różne sposoby modyfikowany i rozszerzany. Przykładem może być zabezpieczenie układu poprzez kolejny przemiennik częstotliwości lub softstart, które przejmują sterowanie grupą silników podczas odstawienia przemiennika podstawowego. Zastosowanie sterownika PAC z rodziny ControlLogix do nadzoru nad transferem synchronicznym daje różne możliwości rozszerzenia funkcjonalności, jak np. system rozpoznawania i klasyfikacji błędów generowanych przez przemiennik częstotliwości. Jeżeli błąd dotyczy układów wewnątrz przetwornicy, automatycznie zostaje załączony *bypass*, aby utrzymać ciągłość procesu technologicznego. Przy odstawieniu przemiennika zawsze możliwy jest również rozruch silnika bezpośrednio z sieci, natomiast w przypadku rozpoznania błędu związanego z silnikiem niezwłocznie zostaje odłączone zasilanie całego układu.



Introl Automatyka Sp. z o.o. Sp. k.
 ul. Tadeusza Kościuszki 112
 40-519 Katowice
 tel. 32 789 00 30
 e-mail: biuro@introlautomatyka.pl
www.introlautomatyka.pl

Dokładne przewidywanie trwałości eksploatacyjnej siłownika

Nowy kalkulator trwałości nominalnej B10 nie przepowiada przyszłości, natomiast pozwala poczynić wiarygodne założenia. Przewidzenie żywotności siłownika może stanowić pewnego rodzaju wyzwanie ze względu na różnice w warunkach eksploatacji i w zależności od zastosowania. Niemniej obliczenia trwałości nominalnej B10 pozwalają uzyskać rzetelne i wiarygodne prognozy, na podstawie których można odpowiednio dobrać produkty i z dużym prawdopodobieństwem zaplanować serwis i konserwację.

Pierwsze internetowe narzędzie do łatwego szacowania okresu użytkowania

Koncepcja obliczania trwałości nominalnej B10 wywodzi się z branży łożysk kulkowych i sama w sobie nie jest niczym nowym. Firma LINAK® natomiast jako pierwsza oferuje klientom możliwość obliczenia trwałości nominalnej w postaci kalkulatora online B10 dla elektrycznych siłowników liniowych. Na naszej stronie internetowej funkcja kalkulatora B10 jest już dostępna dla siłownika LA36. Aby obliczyć trwałość eksploatacyjną siłownika użytkowanego zgodnie ze specyfikacją, wystarczy wprowadzić do kalkulatora parametry obciążenia i skoku. Obliczenia szacowanego okresu użytkowania można wykonać zarówno dla stałych, jak i dla zmiennych obciążeń.

Długotrwały proces badawczy

Obliczenia trwałości nominalnej B10 opierają się na wynikach badań prowadzonych w warunkach rzeczywistej eksploatacji na kilku grupach siłowników, które zostały poddane próbie do granic ich wytrzymałości. W wyniku testowania siłowników w warunkach różnych obciążeń wyłonione zostały różne dane eksploatacyjne, które następnie posłużyły do przeprowadzenia rzetelnych i wiarygodnych obliczeń. Na ich podstawie powstała unikatowa krzywa trwałości nominalnej B10. Ze względu na wyjątkową trwałość siłowników LINAK proces ten wymagał długiego okresu prób,



stanowisk o odpowiedniej wydajności testowej oraz dużej dawki cierpliwości. Uzyskane wyniki okazały się jednak warte zainwestowanych nakładów.

Od teorii do praktyki

Wprawdzie trwałość nominalna B10 opiera się na obliczeniach statystycznych, jednak wyniki badań są bardzo rzetelne i pozwalają oszacować okres użytkowania siłownika z dużą dozą dokładności. Trwałość nominalna B10 oznacza, że co najmniej 90% siłowników w określonym zastosowaniu osiągnie lub przekroczy przewidywany czas eksploatacji w warunkach zgodnych ze specyfikacją produktu, natomiast maksymalnie 10% może ulec uszkodzeniu. Te informacje mają istotne znaczenie i wnoszą nową wartość do wszystkich zastosowań. Znając długość okresu użytkowania siłownika, możemy poczynić pewne założenia

i zastosować tę wiedzę z korzyścią dla wszystkich zainteresowanych stron.

Aby uzyskać więcej informacji na temat kalkulatora B10, zajrzyj na naszą stronę: www.linak.pl lub skontaktuj się z nami bezpośrednio. ■



LINAK Danmark A/S (Spółka Akcyjna)

Oddział w Polsce
Al. Zjednoczenia 36
01-830 Warszawa
tel. 22 295 09 70
www.linak.pl

Spełnienie definicji MŚP – trudności w interpretacji

Anna Szymczak

Przeważająca ilość programów wsparcia unijnego i krajowego adresowana jest do sektora MŚP – tzw. małych i średnich przedsiębiorstw. Ponadto MŚP mogą w pewnych przypadkach korzystać z podwyższonej intensywności pomocy publicznej (procenta dotacji), np. na badania lub inwestycje o 10 punktów procentowych w przypadku średnich przedsiębiorstw oraz o 20 punktów procentowych w przypadku małych przedsiębiorstw od poziomu bazowego. Jednak coraz częściej pojawiają się trudności w określeniu – czy dany podmiot faktycznie spełnia warunki tej definicji.

Przynależność przedsiębiorstwa do sektora MŚP warunkowana jest brakiem przekroczenia górnych limitów w zakresie zatrudnienia oraz osiągniętych wyników finansowych określonych w Załączniku I do Rozporządzenia komisji (UE) nr 651/2014 z dnia 17 czerwca 2014 r., uznającego niektóre rodzaje pomocy za zgodne z rynkiem wewnętrznym w zastosowaniu art. 107 i 108 Traktatu.

Zaliczone do sektora MŚP może zostać przedsiębiorstwo, które zatrudnia mniej niż 250 pracowników i którego roczny obrót nie przekracza 50 milionów euro, a/lub całkowity bilans roczny nie przekracza 43 milionów euro. W ramach tego sektora dokonuje się rozgraniczenia na trzy kategorie: mikroprzedsiębiorstwa, małe przedsiębiorstwa i średnie przedsiębiorstwa. Szczegółowe dane progowe znajdują się w tabeli 1.

Formalnie o wielkości firmy decyduje liczba zatrudnionych oraz jej wyniki finansowe. Nie wolno jednak zapominać o ewentualnych podmiotach partnerskich i powiązanych, które mogą

wpływać na status badanego podmiotu i przesądzać o tym, że nie będzie on mógł być uznany za mały lub średni na potrzeby pomocy publicznej, czyli różne relacje biznesowe i zdarzenia mogą wpływać na konieczność wykazywania powiązania z innym podmiotem.

Analizując przepisy unijne, które stanowią o wielkości firmy, a przede wszystkim ich wykładnię, którą prezentuje Komisja Europejska, należy zauważyć, że dominuje w niej podejście funkcjonalne. Definicja MŚP nie powinna być stosowana w sposób mechaniczny i formalistyczny, ponieważ nie wszystkie przedsiębiorstwa, które odpowiadają jej pod względem formalnym, są w rzeczywistości MŚP. Dlatego też określając powiązania pomiędzy podmiotami, należy zwracać również uwagę na występowanie ewentualnych powiązań przez osoby fizyczne (w tym osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą) lub grupę osób fizycznych (np. powiązania rodzinne) dotyczących związków gospodarczych lub organizacyjnych.

Takie podejście sprawia, że firmy nie powinny próbować obchodzić przepisów decydujących o wielkości firmy w taki sposób, aby z jednej strony zwiększać swój potencjał, a jednocześnie formalnie zachować status mikro-, małego lub średniego przedsiębiorstwa. Gdyby trzymać się wyłącznie kryteriów liczby zatrudnionych oraz danych finansowych (sumy obrotów oraz sumy aktywów) do ustalania wielkości podmiotu, mogłoby to prowadzić do sztucznych podziałów. I stąd właśnie obowiązek badania tego, czy na potrzeby ustalania statusu firmy jest ona przedsiębiorcą SAMODZIELNYM, PARTNERSKIM czy może POWIĄZANYM.

Firma będzie SAMODZIELNA, jeżeli nie posiada udziałów w innej firmie, a inna firma nie posiada w niej udziałów. Za samodzielną może być uznana także wówczas, gdy posiada takie udziały, ale stanowią one poniżej 25 proc. (kapitału lub głosów). I podobnie, gdy inny przedsiębiorca posiada poniżej 25 proc. jej udziałów. Sprawa może się skomplikować, jeżeli w badanej firmie jest kilku „inwestorów”. Jeżeli każdy z nich ma poniżej 25 proc. udziałów/głosów i jednocześnie nie są oni ze sobą powiązani, to przedsiębiorca nadal będzie mógł być uznany za podmiot niezależny. Jednak gdy okaże się, że inwestorzy są ze sobą powiązani, to może to wpływać na kwalifikację wielkości badanej firmy.

Jeżeli przedsiębiorstwo nie jest samodzielne, może się okazać, że jest

Tabela 1. Pułapy zatrudniania i wyników finansowych stosowanych do określenia statusu MŚP i wielkości

| Wielkość przedsiębiorstwa | Liczba personelu | Roczny obrót | | Roczna suma bilansowa |
|---------------------------|------------------|---------------|-----|-----------------------|
| Mikro | < 10 | ≤ 2 mln euro | lub | ≤ 2 mln euro |
| Małe | < 50 | ≤ 10 mln euro | lub | ≤ 10 mln euro |
| Średnie | < 250 | ≤ 50 mln euro | lub | ≤ 43 mln euro |

PRZEDSIĘBIORSTWEM PARTNERSKIM. A będzie tak, jeśli:

- posiada 25 proc. lub więcej kapitału lub głosów w innym przedsiębiorstwie i/lub inne przedsiębiorstwo (samodzielnie lub w powiązaniu z inną firmą) posiada 25 proc. lub więcej kapitału lub głosów w tym przedsiębiorstwie, ale nie jest przedsiębiorstwem powiązaniem z tymi przedsiębiorstwami. Oznacza to między innymi, że głosy, jakie dane przedsiębiorstwo posiada w innym przedsiębiorstwie (lub odwrotnie) nie przekraczają 50 proc. ogólnej sumy głosów;
- przedsiębiorstwo oceniane i podmioty, z którymi pozostaje ono w relacji przedsiębiorstw partnerskich, usytuowane są na poziomie rynków *upstream* (na rynku wyższego szczebla – rynek dystrybucji) lub *downstream* (na rynku niższego szczebla – rynek dostaw), np. dla producenta sera będzie to rynek nabiału i rynek mleka jako rynek niższego rzędu.

W przedstawionej sytuacji ustalenie statusu MŚP wymaga dodania do danych badanego przedsiębiorstwa danych przedsiębiorstwa partnerskiego w stopniu proporcjonalnym do procentowego udziału w kapitale lub prawach głosu (zależnie od tego, która z tych wartości jest większa). Przyładowano przedsiębiorstwo A posiada zatrudnienie na poziomie 12 osób, obroty i aktywa po 2 mln eur rocznie, a przedsiębiorstwo B ma 200 osób, a obroty i aktywa 34 mln eur i 15 mln eur, wtedy do parametrów podmiotu A – przy ocenie statusu – należy dodać właściwy procent, np. 30% z parametrów podmiotu B, i dopiero po sumowaniu należy porównać do danych w tabeli wskazanej powyżej.

Na koniec pozostaje kategoria firm **POWIĄZANYCH** ze sobą. Zgodnie z unijnymi przepisami dwa lub więcej przedsiębiorstw uznaje się za powiązane, jeżeli:

- przedsiębiorstwo ma większość praw głosu w innym przedsiębiorstwie w roli udziałowca/akcjonariusza lub członka;
- firma ma prawo wyznaczyć lub odwołać większość członków organu administracyjnego, zarządzającego lub nadzorczego innego przedsiębiorstwa;

- przedsiębiorstwo ma prawo wywierać dominujący wpływ na inną firmę na podstawie umowy z nią zawartej lub postanowień w jej statucie bądź umowie spółki;
- przedsiębiorstwo będące udziałowcem/akcjonariuszem lub członkiem innego przedsiębiorstwa kontroluje samodzielnie, na mocy umowy z innymi udziałowcami/akcjonariuszami lub członkami tego przedsiębiorstwa, większość praw głosu udziałowców/akcjonariuszy lub członków w tym przedsiębiorstwie.

Te powiązania są raczej proste w zidentyfikowaniu, jednak trudność pojawia się, bo za powiązane uznaje się także przedsiębiorstwa w przypadku, gdy powiązanie zachodzi za pośrednictwem osoby fizycznej lub grupy osób fizycznych działających wspólnie, jeżeli prowadzą one swoją działalność lub część działalności na tym samym rynku właściwym lub rynkach pokrewnych. Za „rynek pokrewny” uważa się tutaj rynek *upstream/downstream* dla danego produktu lub usługi w stosunku do rynku właściwego.

Ponadto:

- w przypadku, gdy przedsiębiorstwo powiązane jest partnerskie lub powiązane z innym przedsiębiorstwem, dane tego drugiego powinny być dodane do danych przedsiębiorstwa powiązanego;
- w przypadku, gdy nasze przedsiębiorstwo partnerskie jest powiązane z innym przedsiębiorstwem, dane tego drugiego powinny być dodane do danych naszego przedsiębiorstwa partnerskiego.

Typowym przykładem przedsiębiorstwa powiązanego jest spółka w pełni zależna, ale równie częstym przypadkiem są firmy rodzinne, które niejednokrotnie kwalifikują się pod ten przypadek, nie będąc tego świadomymi. Na rynku zauważyć można wiele przykładów, gdzie tworzone są odrębne podmioty przez członków rodziny, które działają w tej samej branży, udzielają sobie pożyczek na preferencyjnych warunkach, prowadzą działalność w wynajmowanych od siebie pomieszczeniach, mają wspólne strony internetowe, korzystają ze wspólnych rabatów u dostawców, itp.

Takie zależności są ważne z punktu widzenia definicji MŚP i określenia wielkości przedsiębiorstwa w kontekście pozyskania dotacji unijnych czy krajowych, a notorycznie bywają ignorowane, co jest niebezpieczne, bo może przyczynić się do zadeklarowania zaniżonego statusu MŚP np. mikroprzedsiębiorstwa, zamiast małego, co będzie źródłem pozyskania wyższej dotacji niż powinna być przyznana.

Od definicji istnieje kilka wyjątków. Jak wskazuje praktyka – najczęściej trudności w określeniu statusu MŚP generują właśnie szeroko pojęte powiązania rodzinne, gdy poszczególne podmioty formalnie niby są osobne, ale w praktyce wspierają się w działaniach biznesowych. Status przedsiębiorstwa badany jest co najmniej dwukrotnie – w chwili składania wniosku o dotację, jak i w chwili podpisania umowy o dotację. Jeśli nie jest spełniony status MŚP w programie adresowanym dla tej grupy – umowa nie może być podpisana, nawet jeśli komisja wybrała taki projekt do dofinansowania.

Za prawidłowe określenie wielkości przedsiębiorstwa odpowiada wnioskodawca, instytucje nie zawsze wnikliwie drążą te skomplikowane zagadnienia – nie zwalnia to jednak nikogo z obowiązku wnikliwej analizy konkretnego przypadku, także powiązań osobowych związanych z danym podmiotem, który ubiega się do dotacji. Aby uniknąć ryzyka odmowy podpisania umowy o dotację lub zwrotu już wypłaconej dotacji ze względu na zatajone powiązania osobowe, należy wnikliwie analizować powiązania osobowe (rodzinne) w kontekście definicji MŚP. ■

 Anna Szymczak,

e-mail: a.szymczak@ms-consulting.pl



MS-CONSULTING

ul. Warszawska 43

61-028 Poznań

tel. 61 826 61 30

fax 61 624 77 76

www.ms-consulting.pl

Hydrozespoły odwracalne o zmiennej prędkości obrotowej – możliwości i korzyści techniczno-ekonomiczne

Stanisław Lewandowski, Mariusz Lewandowski, Janusz Steller

Streszczenie: Polskie elektrownie pompowo-szczytowe zbudowano w drugiej połowie ubiegłego wieku z myślą o pracy regulacyjnej i interwencyjnej w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym, charakteryzującym się silną dominacją węglowych bloków cieplnych. Trwający nieprzerwanie od 3 dekad rozwój niestabilnych źródeł energii stawia jednak przed operatorem systemu nowe wyzwania. Zapewnienie płynnie regulowanych rezerw wytwórczych i odbiorczych mocy celem kompensacji fluktuacji parametrów sieciowych, jakie wprowadzają źródła niestabilne, stało się ostatnio gorącym tematem licznych debat toczonych w naszym kraju.

Sz szczególnie atrakcyjną możliwość otwierają hydrozespoły odwracalne z regulowaną prędkością obrotową. Technologia ta rozwijana jest od połowy lat osiemdziesiątych – początkowo w Japonii, później także w Europie i USA. Do podstawowych zalet należą: możliwość regulacji poboru mocy w ruchu pompowym oraz rozszerzenie zakresu pracy i podwyższenie sprawności hydrozespołu w ruchu turbinowym. Mimo dużych kosztów części elektronicznej (wg [12] koszty konwertera częstotliwości są porównywalne z kosztami generatora) hydrozespoły odwracalne o zmiennej prędkości obrotowej znajdują coraz szersze zasto-

sowanie. Poprawę parametrów ekonomicznych inwestycji uzyskuje się często, zakładając współpracę hydrozespołów o zmiennych obrotach z hydrozespołami o obrotach stałych. Wprowadzenie zmiennej prędkości obrotowej hydrozespołów odwracalnych rozważano już przy okazji dotychczasowych modernizacji krajowych elektrowni pompowo-szczytowych. Rozwój niestabilnych źródeł energii w naszym kraju sprawia, że argumenty techniczno-ekonomiczne na rzecz tej technologii wciąż zyskują na sile.

Słowa kluczowe: elektrownia pompowo-szczytowa, hydrozespół odwracalny, zmienna prędkość obrotowa

VARIABLE SPEED REVERSIBLE HYDRAULIC UNITS- TECHNO-ECONOMIC CAPABILITIES AND ADVANTAGES

Abstract: Polish pumped storage power plants were erected in the second half of previous century with the purpose of regulatory and intervening operation in the Polish Electrical Power Network, heavily predominated by the coal fueled heat power blocks. However, the continuous growth of intermittent energy sources – lasting for three decades now – sets new challenges to the national grid operator. The demand for smoothly regulated electricity generating and absorbing capacities, capable to

compensate for fluctuation of grid parameters as introduced by the unstable electricity sources, has grown to a hot topic of numerous debates in Poland.

In this respect, capabilities offered by the variable speed reversible hydraulic units may be considered especially valuable. The variable speed technology has been developed since mid eighties – initially in Japan, later on also in Europe and USA. The essential advantages include power consumption control in the pumping mode as well as widening of the operation range and rising of the hydraulic unit efficiency in the turbine mode. Despite high costs of the electronic equipment (frequency converter costs comparable with

those of the generator according to [12]), the variable speed reversible units enjoy ever wider use. The economic parameters of the investment can be often improved by assuming parallel operation of variable and constant speed units. Introducing the variable speed reversible units has been already considered on the occasion of rehabilitating Polish pumped-storage power plants. Development of intermittent electricity sources in our country enhances the strength of technical and economic arguments for this kind of technology.

Keywords: pumped storage power plant, reversible hydraulic unit, variable rotation speed

1. Wstęp

Klasyczne elektrownie szczytowo-pompowe, pracujące dziś w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym [KSE], powstały w oparciu o rozwiązania projektowe z lat pięćdziesiątych

i sześćdziesiątych XX wieku. Ich podstawowym zadaniem miało być tworzenie rezerwy energii na wypadek poważnej awarii w systemie, waloryzacja energii w cyklu dobowym oraz regulacja

napięcia i rozplywu mocy biernej. Taką też rolę pełniły od początku eksploatacji i praktycznie nadal pełnią. Przy strukturze wytwarzania zdominowanej elektrowniami cieplnymi, wykorzystującymi

węgiel kamienny i brunatny, załączane do pracy pompowej hydrozespoły elektrowni szczytowo-pompowych stanowią dodatkowe obciążenie systemu w okresach dolin zapotrzebowania na energię, uczestnicząc w wyrównywaniu dobowych obciążeń. Realizacja pracy programowej w dolinie nocnej z jednej strony ma wpływ na ograniczenie potrzeby zaniżania mocy elektrowni ciepłych, a w skrajnych przypadkach – wyłączania bloków ciepłych do rezerwy, z drugiej jednak strony wymusza prowadzenie programowej pracy w pozostałych strefach doby w celu stworzenia rezerwy na pracę pompową. Aktualnie eksploatowane bloki elektrowni ciepłych uzyskują wysoką sprawność dzięki pracy przy bardzo wysokich parametrach obiegu parowo-wodnego, często w pobliżu granicy dopuszczalnych obciążeń materiałów konstrukcyjnych. Wykorzystywanie tych bloków do regulacji mocy czynnej nie tylko jest nieekonomiczne, lecz napotyka także na bariery techniczne i technologiczne. Stąd też minima techniczne bloków ciepłych są ustalane na stosunkowo wysokim poziomie wytwarzanej mocy. Z reguły jest to moc powyżej 50% wartości nominalnej.

Coraz większe nasycenie systemu elektroenergetycznego [SE] elektrowniami wykorzystującymi energię wiatru i promieniowania słonecznego do produkcji energii elektrycznej [2, 3] powoduje z jednej strony zmniejszanie całkowitych

kosztów zmiennych funkcjonowania systemów elektroenergetycznych, z drugiej zaś wymusza instalowanie urządzeń, których działanie niweluje niekorzystny wpływ niesterowalnych, niespokojnych i nieprzewidywalnych źródeł energii elektrycznej na parametry pracy systemu elektroenergetycznego. Pociąga to za sobą wzrost kosztów utrzymywania rezerw mocy dostosowanych do struktury segmentu wytwarzania oraz zapotrzebowania na moc w systemie. Trudne do przewidzenia, a najczęściej nieprzewidywalne zmiany obciążenia elektrowni wiatrowych i słonecznych często nakładają się na dynamiczne zmiany zapotrzebowania na energię, co w przypadku przeciwnego kierunku zmian strony popytowej i podażowej może prowadzić do znacznego niezbalansowania systemu. Dlatego operatorzy zabiegają o instalację w SE takich urządzeń wytwórczych i odbiorczych energii, które oznaczają się bardzo dobrymi właściwościami regulacyjnymi. Dotyczy to zwłaszcza szybkości regulacji wytwarzanej i pobieranej mocy czynnej, które dodatkowo charakteryzują się niską inercją czasową odpowiedzi na wymuszone zmiany obciążenia. Wdrażanie tych rozwiązań związane jest z wysokimi nakładami inwestycyjnymi, stąd w celu ich optymalizacji poszukuje się rozwiązań poprawiających zdolności regulacyjne eksploatowanych urządzeń wytwórczych i odbiorczych energii elektrycznej.

Rozporządzenie Komisji Unii Europejskiej z sierpnia 2017 r. ustanawiające wytyczne dotyczące pracy systemu przesyłowego energii elektrycznej [1] poza definicją rezerw mocy, takich jak:

- rezerwa utrzymania częstotliwości [FCR];
- rezerwy odbudowy częstotliwości [FRR];
- rezerwy zastępcze [RR],

definiuje również pojęcie jednostki zapewniającej rezerwę jako moduł wytwarzania energii lub jednostkę odbiorczą, bądź zespół modułów wytwarzania energii lub jednostek odbiorczych, które są przyłączone w tym samym punkcie sieciowym oraz spełniają wymogi w zakresie zapewnienia rezerw FCR, FRR lub RR. Do wdrożenia rezerw zobligowani są operatorzy systemów przesyłowych, którzy powinni mieć najlepsze rozpoznanie w tym zakresie, gdyż są odpowiedzialni za ruch sieciowy w SE oraz za bieżące i długookresowe bezpieczeństwo jego funkcjonowania. Od ich najlepszej wiedzy z zakresu funkcjonowania systemu zależą ustalenia dotyczące wielkości wymaganych rozporządzeniem Komisji UE rezerw. Rolą zaś między innymi segmentu wytwarzania jest zapewnienie i utrzymanie tych rezerw. Żeby jednak spełniać wymagania, konieczne jest wypracowanie i wdrożenie odpowiednich mechanizmów, które pobudzą do działania potencjalnych inwestorów i właścicieli elektrowni [4].

reklama

NOWIMEX®

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

VAHLE – Systemy zasilania ruchomych odbiorników prądu.

SCHLEGEL – Tablicowy osprzęt sterowniczo-sygnalizacyjny.

LEAB – Systemy zasilania pojazdów ratowniczych, pożarniczych i medycznych w prąd i sprężone powietrze.

TEXELCO – Sygnalizatory świetlne i dźwiękowe.

HUGRO – Dławice do kabli.

BREVETTI – Tworzywowe i stalowe prowadniki kabli.

CATTRON – Przemysłowe systemy zdalnego sterowania radiowego.

MICRO DETECTORS – Szeroka gama czujników.

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

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



Niniejszy artykuł stanowi głos na rzecz szerszego sięgania do doświadczeń dotyczących wykorzystania w tym celu elektrowni szczytowo-pompowych z hydrozespołami o zmiennej szybkości obrotowej. Pierwszy z autorów pracował przez wiele lat na stanowiskach kierowniczych w spółkach Elektrownie Szczytowo-Pompowe SA i Energa Wytwarzanie Sp. z o.o. Miał okazję uczestniczyć w licznych procesach inwestycyjnych, w tym – w pracach przygotowawczych do modernizacji polskich elektrowni pompowych. Przygotował koncepcję i wersję roboczą niniejszego tekstu. Dwaj pozostali autorzy są wieloletnimi pracownikami Instytutu Maszyn Przepływowych PAN. Uczestniczyli w licznych badaniach energetycznych i diagnostycznych w polskich elektrowniach wodnych. Uzupełnili tekst i dokonali jego ostatecznej redakcji (łączny wkład na poziomie 30–35%).

2. Techniczne możliwości świadczenia usługi rezerwy mocy przez elektrownie szczytowo-pompowe

Konieczność znalezienia dodatkowych źródeł regulacji i mocy rezerwowych wydaje się być bezdyskusyjna. W pierwszej połowie roku 2019 Operator Systemu Przesyłowego [OSP] dysponował w Polsce mocą 30 349 MW zainstalowaną w jednostkach wytwórczych centralnie dysponowanych [JWCD]. Z tego 1766 MW przypadało na elektrownie wodne szczytowo-pompowe i zbiornikowe z członem pompowym. W stosunku do roku 2005 moc zainstalowana w JWCD wzrosła o 19,8%, w tym 0,6% w wodzie¹. W tym czasie moc osiągalna elektrowni funkcjonujących w KSE wzrosła ponad 26%², a maksymalne zapotrzebowanie na moc szczytową wzrosło o 11,7%. W 2017 r. rezerwa mocy w szczycie wieczornym w JWCD wynosiła 5872 MW, a w szczycie rannym 5774 MW. Przy dynamicznie rosnącym udziale źródeł niesterowalnych w mocy osiągalnej z 0,25% do 13,74% potrzeba utrzymywania sterowalnych rezerw mocy oraz elektrowni spełniających warunki techniczne JWCD staje się faktem niezaprzeczalnym. Poszukiwania mocy rezerwowych i wysoce sterowalnych źródeł

energii prowadzą niemal wszystkie kraje świata, w których rozwija się energetyka wykorzystująca energię wiatru i promieniowania słonecznego.

Elektrownie szczytowo-pompowe są szczególnie predestynowane do świadczenia usługi rezerwy mocy oraz regulacji mocy czynnej. Praktycznie wszystkie zrealizowane projekty elektrowni szczytowo-pompowych motywowane były cechami interwencyjnymi i regulacyjnymi tych elektrowni. Dobre charakterystyki dynamiczne elektrowni szczytowo-pompowych w porównaniu z elektrowniami cieplnymi dają im pierwszeństwo w świadczeniu usługi rezerwy i regulacji mocy w SE. Ten aspekt zyskuje obecnie na znaczeniu w wielu rozwiniętych systemach elektroenergetycznych w związku z dynamicznym rozwojem energetyki odnawialnej.

Podstawową wadą konwencjonalnych hydrozespołów odwracalnych zainstalowanych w elektrowniach szczytowo-pompowych jest brak możliwości regulacji mocy pobieranej z SE podczas pracy pompowej/silnikowej. W tym kierunku ruchu pobór mocy czynnej z SE zależy od wielkości dostępnego spadku elektrowni (wysokości podnoszenia pompoturbiny). Na brak możliwości regulacji pobieranej mocy z systemu nakłada się jeszcze niezależna od operatora elektrowni zmiana pobieranej mocy wraz ze zmianą poziomu wody w zbiorniku górnym i dolnym elektrowni. Gwałtowny wzrost zapotrzebowania na moc w systemie lub, co częściej się zdarza, gwałtowny spadek mocy generowanej na skutek zaniku wiatru lub nagłego spadku promieniowania słonecznego (zachmurzenia) może być w praktyce kompensowany jedynie poprzez wyłączenie hydrozespołów z pracy pompowej (regulacja trójna: załączeniowo/wyłączeniowa). Jest to regulacja o dużym destrukcyjnym działaniu i w zasadzie nie powinna być często stosowana w normalnej eksploatacji.

Regulacja mocy w pracy turbinowej/generacyjnej jest wprawdzie możliwa, lecz zawsze związana z pewną utratą sprawności. Zmiany obciążenia są dość szybkie, lecz przebiegają z inercją spowodowaną bezwładnością układu hydrauliczno-mechanicznego. Praca przy częściowym obciążeniu jest

związana z wyraźnymi stratami sprawności, wywołanymi przede wszystkim traconą bezpowrotnie energią ruchu wirowego cieczy opuszczającej komorę wirnika. Wysoka prędkość ruchu wirowego sprzyja tworzeniu się kawitacyjnych „warkoczy wirowych”, co skutkuje wysokimi pulsacjami ciśnienia w całym układzie przepływowym turbiny i podwyższonymi drganiami. W tych strefach obciążenia utrata sprawności jest znaczna, podobnie jak w zakresie niskich obciążeń hydrozespołu [5, 6]. W systemie pracy turbinowej regulacja załączeniowo/wyłączeniowa jest również możliwa i w praktyce eksploatacyjnej stosowana w sytuacjach wymagających szybkiej reakcji, zwłaszcza podczas nagłego przyrostu mocy generowanej przez elektrownie wiatrowe lub w dniach bezchmurnych, w których następuje szybki przyrost mocy generowanej przez elektrownie słoneczne – narastanie nasłonecznienia po wschodzie słońca lub gwałtowne przejaśnienia (rozpogodzenia). Jednak podobnie jak w pracy pompowej/silnikowej jest to regulacja o destrukcyjnym oddziaływaniu na układ hydrauliczno-mechaniczny hydrozespołu. Przeprowadzone modernizacje – skierowane przede wszystkim na zmiany konstrukcyjne w układzie przepływowym turbin oraz w systemach sterowania – znacznie poprawiły zdolności regulacyjne, jednak nie na tyle, aby hydrozespoły odwracalne w ruchu turbinoowym były zdolne do prowadzenia szybkiej regulacji generowanej mocy w pełnym zakresie obciążeń, bez znaczącej utraty sprawności.

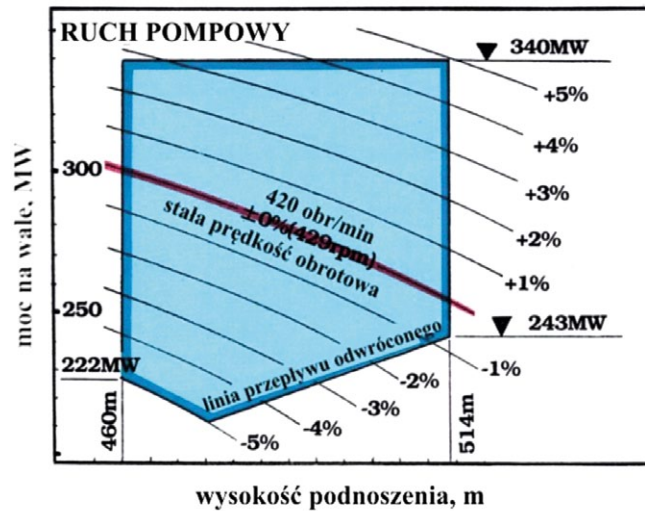
3. Efekty techniczne zastosowania układów zmiennoprędkościowych w elektrowniach szczytowo-pompowych

Zastosowanie układów zmiennoprędkościowych w elektrowniach szczytowo-pompowych przynosi wymierne korzyści szczególnie dla jednostek o dużych mocach i znacznych wahań spadku. Dlatego przy projektowaniu modernizacji istniejących elektrowni szczytowo-pompowych oraz budowy nowych obiektów zasadne jest przeprowadzenie analizy techniczno-ekonomicznej zastosowania hydrozespołów odwracalnych z możliwością pracy ze

zmiennym obciążeniem w pracy pompowej. Dobrym przykładem jest uwzględnienie zastosowania cyklokonwerterów już na etapie projektowania elektrowni szczytowo-pompowej Goldisthal w Turynii (Niemcy, moc 1060 MW). Elektrownię wyposażono w dwa hydrozespoły odwracalne z układami zmienno-
prędkościowymi i dwa hydrozespoły odwracalne z generatorami synchronicznymi (stałobrotowe) [7]. Taka struktura nie ogranicza możliwości pracy elektrowni na sieć wydzieloną (pracują dwa hydrozespoły z generatorami synchronicznymi) czy też udziału w odbudowie systemu elektroenergetycznego po wystąpieniu *blackoutu*.

Dzięki efektowi koła zamachowego reakcja na wymuszenie zmiany mocy hydrozespołów zmiennoobrotowych jest natychmiastowa. W ruchu generacyjnym już niewielka zmiana częstotliwości sił elektrodynamicznych powoduje zmianę mocy napędowej wskutek wymiany energii mechanicznej z masami wirującymi. Podobny efekt obserwuje się i w ruchu pompowym. Ta zaleta hydrozespołów zmiennoobrotowych jest wykorzystywana w mniejszych SE w Japonii [8].

Istotne korzyści są dostępne również w dużych SE. Zgodnie z jednym z szacowań możliwość zmiany prędkości obrotowej jedynie w zakresie 10% w elektrowniach szczytowo-pompowych i elektrowniach zbiornikowych SE RWE



Rys. 1.
ESP Okukiyotsu.
Obszar pracy hydrozespołu odwracalnego w systemie pracy pompowej ze zmienną prędkością obrotową

Źródło: Toshiba Corp.

Energie przyniosłoby dodatkową moc około 2000 MW udostępnianą w ciągu kilku milisekund [9].

Dotychczasowe doświadczenia z zastosowaniem układów zmienno-
prędkościowych wskazują na znaczące korzyści osiągnięte zarówno w aspekcie hydraulicznym, jak i elektrycznym. Z punktu widzenia hydraulicznego należy tu wymienić korzyści w postaci:

- zmiennej mocy i wydajności w trybie pracy pompowej (rys. 1);
- polepszenia sprawności hydraulicznej w trybie pracy generacyjnej (dla niskich spadów i niskiego obciążenia sprawność hydrozespołów w elektrowni Yagisawa wzrosła o blisko 20%, (rys. 2);

- rozszerzenia zakresu pasma obciążenia w trybie generacyjnym.

W hydrozespołach ze stałą prędkością obrotową pulsacje ciśnienia w rurze ssącej przy niskich obciążeniach są duże, podczas gdy w jednostce ze zmiennymi obrotami niewiele wyższe pulsacje w porównaniu z pracą z mocą nominalną występują tylko przy obciążeniach od ok. 10 do 20% mocy nominalnej, a więc w obszarze, w którym hydrozespoły powinny pracować bardzo rzadko. Porównanie wielkości zmian ciśnienia w rurociągu i w rurze ssącej, drgań wału oraz wibracji pokrywy turbiny w warunkach pracy z niskim obciążeniem hydrozespołów ze stałą prędkością obrotową z tymi hydrozespołami

reklama

Zabudowane przetworniki położenia liniowego FORTiS™



RENISHAW
apply innovation™

NOWOŚĆ



Sprawdzony

Technologia absolutnej pozycji pomiaru



Wydajny

Wyjątkowe parametry metrologiczne i odporność na drgania

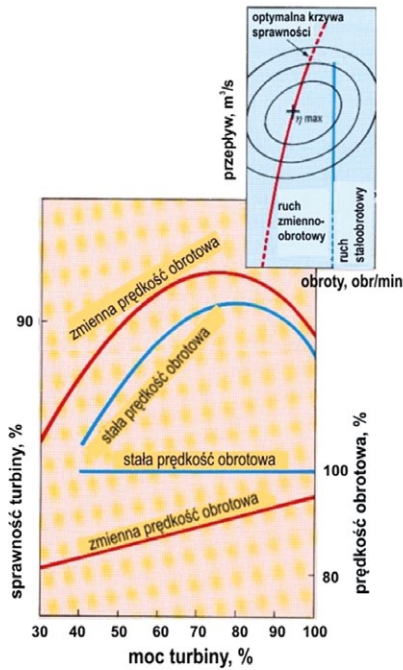


Przelomowy

Solidna, bezdotykowa konstrukcja zapewniająca wysoką powtarzalność, mniejszą histerezę oraz łatwość instalacji

www.renishaw.com/fortis





Rys. 2. ESP Yagisawa. Porównanie charakterystyk energetycznych pompoturbiny o stałych i zmiennych obrotach w systemie pracy turbiny. Źródło: Toshiba Corp.

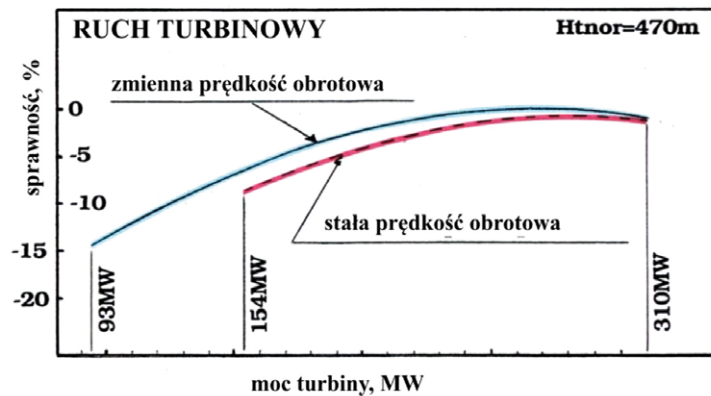
po zmodernizowaniu wyposażonymi w układy zmiennoprędkościowe wypada bardzo korzystnie na rzecz jednostki z cyklokonwerterem [10–12].

Z punktu widzenia układu elektrycznego praca jednostki z cyklokonwerterem wpływa przede wszystkim na:

- zwiększenie zdolności maszyny do przystosowania się do większych odchyłek częstotliwości systemu w trybie pompowym;
- szybkość reakcji na zmianę zadawanej mocy czynnej – przy zmianie zadawanej mocy generator dostosowuje swą moc praktycznie bezzwłocznie, podczas gdy reakcja elektrohydraulicznego regulatora turbiny jest istotnie wolniejsza;
- poprawę stabilności systemu elektroenergetycznego.

4. Przykłady zastosowań układów zmiennoprędkościowych w hydrozespołach odwracalnych

W aktualnym stanie techniki zastosowanie układów zmiennoprędkościowych jest szczególnie atrakcyjnym rozwiązaniem umożliwiającym podwyższenie sprawności przy pracy hydrozespołów



Rys. 3. ESP Okukiyotsu. Zwiększenie zakresu w pracy turbiny hydrozespołu odwracalnego z układem zmiennoprędkościowym. Źródło: Toshiba Corp.

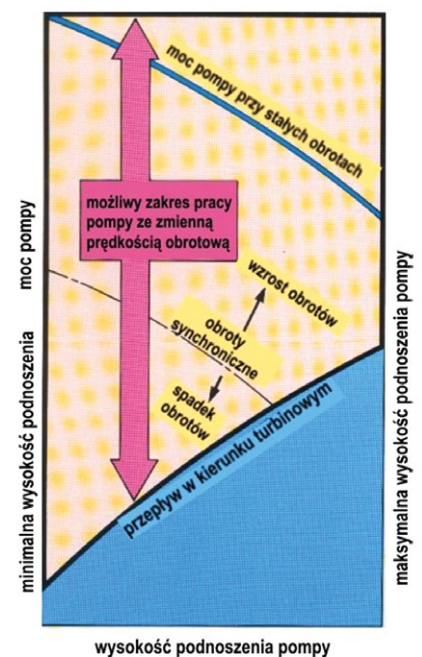
odwracalnych z częściowym obciążeniem (rys. 3). Układy takie są dość powszechnie stosowane w elektrowniach szczytowo-pompowych w SE Japonii [12]. Znane są też zastosowania układów zmiennoprędkościowych w elektrowniach szczytowo-pompowych w innych krajach (np. Niemcy, USA, Luksemburg). W ostatnich latach w związku z dynamicznym rozwojem energetyki wykorzystującej odnawialne źródła energii następuje duże zainteresowanie budową nowych elektrowni szczytowo-pompowych oraz modernizacją istniejących elektrowni idącą w kierunku poprawy ich regulacyjności.

Nowe elektrownie szczytowo-pompowe są specjalnie projektowane do zadań związanych z regulacją pierwotną i wtórną ze zmianą mocy wyjściowej w pracy turbiny w zakresie od 0 do 100%. Te możliwości są intensywnie wykorzystywane przez dyspozytorów systemów energetycznych, bowiem oprócz podwyższenia bezpieczeństwa pracy systemu otwierają również szerokie możliwości optymalizacji pracy, co jest równoznaczne z obniżeniem cen energii dla odbiorców finalnych (funkcja celu optymalizacji). Dodatkowo operatorzy systemów, wykorzystując głębokość regulacji mocy czynnej w pracy turbiny hydrozespołów, wydłużają czas pracy elektrowni poprzez wolniejsze spracowywanie zmagazynowanej w zbiornikach elektrowni wody, uzyskując niemal bezzwłoczny dostęp do regulacji mocy w szerokim zakresie przez cały czas trwania szczytu energetycznego.

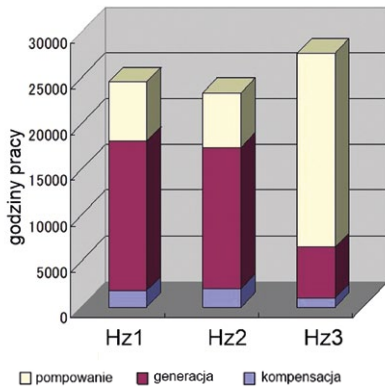
Natomiast regulacja mocy pobieranej z systemu w pracy pompowej i możliwość pracy z obniżoną mocą pozwala

również na swobodne gospodarowanie rezerwą magazynową, odpowiednio wykorzystując ten system pracy w okresach doliny obciążenia SE (rys. 4).

Doświadczenia z 10 lat pracy ESP Shiobara, w której na jednym z trzech hydrozespołów zainstalowano generator zmiennooobrotowy, wykazały kilkakrotnie dłuższy czas pracy w systemie pompowym tego hydrozespołu w porównaniu do hydrozespołów z generatorami synchronicznymi (rys. 5). Ten przykład wyraźnie wskazuje na zasadność i potrzebę instalowania hydrozespołów odwracalnych z generatorami zmiennooobrotowymi.

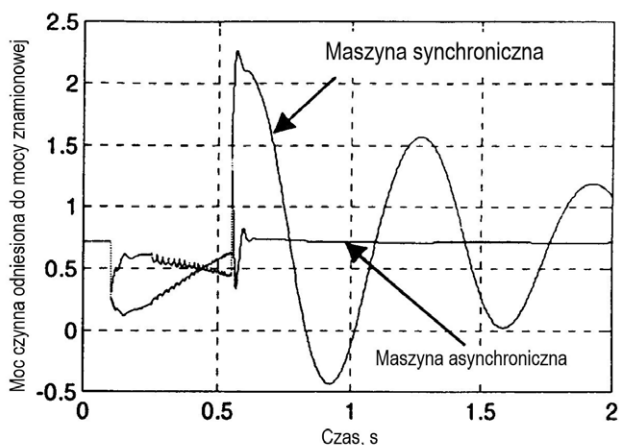


Rys. 4. ESP Yagisawa. Rozszerzenie obszaru obciążenia hydrozespołu odwracalnego ze zmienną prędkością obrotową w pracy pompowej. Źródło: Toshiba Corp.



Rys. 5. Statystyka z 10 lat pracy hydrozespołów ESP Shiobara Źródło: TEPCO

Trudno przecenić walory techniczne i eksploatacyjne zastosowań hydrozespołów z generatorami zmiennoodrotowymi. Również w sytuacjach awaryjnych hydrozespoły z generatorami zmiennoodrotowymi okazują się być znacznie bardziej stabilne od generatorów synchronicznych. Na rys. 6 przedstawiono symulację zmian mocy generowanej przez generator synchroniczny i generator ze zmienną prędkością obrotową po wystąpieniu zwarcia trójfazowego trwającego 450 ms. Moc czynna generatora synchronicznego znacznie oscyluje po tej awarii, natomiast wahania mocy generatorów zmiennoodrotowych są istotnie mniejsze i zostają opanowane po bardzo krótkim czasie trwania (ok. 10 do 30 ms). Jest to możliwe dzięki bardzo szybkiej zmianie częstotliwości i natężenia prądu wirnika oraz możliwości pobierania/uwalniania energii poprzez wykorzystanie znacznie większego momentu bezwładności układu wirującego³.



Rys. 6. Dynamika zmiany mocy czynnej generatora synchronicznego i ze zmienną prędkością obrotową podczas zwarcia trójfazowego trwającego 450 ms Źródło: Toshiba Corp.



Oto STAUFF Polska

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

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



NOWOŚĆ!
STAUFF
Connect

Technologia Złączy Rurowych od STAUFF



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

www.stauff.pl

w grudniu 1990 roku. W SE Kansai, w wybudowanej elektrowni pompowej Ohkawachi, dwa spośród czterech hydrozespołów wyposażone są w generatory o mocy 395 MVA i pracują ze zmienną prędkością obrotową w zakresie 330–390 obr./min. W stosunku do obrotów synchronicznych 360 obr./min (przy częstotliwości sieci 60 Hz) jest to zmiana o około $\pm 8,3\%$, co umożliwia zmienność mocy pompowania w zakresie ± 80 MW. Pierwsza jednostka tego typu została oddana do użytku w 1993 roku, zaś druga w roku 1995 [9]. W elektrowni Sabigawa zainstalowano cyklokonwerter na jednym z trzech hydrozespołów odwracalnych, natomiast w elektrowniach: Okukiyotsu II (310 MW) i Takami (100 MW) zastosowano konwerter częstotliwości GTO.

W Stanach Zjednoczonych największą elektrownią wyposażoną w konwertery częstotliwości jest elektrownia Rocky Mountain, wyposażona w 3 hydrozespoły rewersyjne o mocy 320 MW każda. Obroty dwóch z nich są regulowane przez konwerter częstotliwości prądu.

Badania nad pracą maszyn ze zmiennymi obrotami synchronicznymi są prowadzone również w Europie. W Niemczech po pozytywnych próbach eksploatacyjnych cyklokonwertera zainstalowanego na jednym hydrozespole o mocy 2 MW w elektrowni Rudolf-Fettweiss Werk, należącej do spółki Energetycznej Baden w Forbach, w cyklokonwertery wyposażono dwa spośród czterech hydrozespołów o mocy 265 MW w elektrowni szczytowo-pompowej Goldistahl [7, 14].

Sfinansowane przez Unię Europejską w ramach Programu JOULE II prace prowadzone przez RWE Energie AG, Narodowy Uniwersytet Techniczny w Atenach, Institut National Polytechnique de Grenoble, Technische Hochschule Darmstadt, De Pretto Escher Wyss i Société Electrique de l'Our SA pod koniec XX w. wykazały wysoką efektywność układu zmiennoprędkościowego zastosowanego na hydrozespole odwracalnym w elektrowni Vianden [7]. Hydrozespół ten pracuje przy spadzie maksymalnym 291,3 m. Moc nominalna w generacji wynosi 196 MW, a w pracy pompowej – 220 MW. Modernizacja hydrozespołu polegała

na przystosowaniu układów do regulacji mocy w generacji w pełnym zakresie obciążeń tj. 0–220 MW a w pracy pompowej w zakresie 40%, tj. w granicach od 100–196 MW. Przy pracy hydrozespołu z minimalnym obciążeniem w pracy pompowej sprawność jest niższa o ok. 5% od sprawności uzyskiwanej w optymalnym punkcie pracy i osiąga wartość ok. 87%. W pracy turbinowej natomiast uzyskano przy pracy ze zmienną prędkością poprawę sprawności w porównaniu z pracą z prędkością synchroniczną od 2% w zakresie obciążeń poniżej 70% P_n do nawet 8% przy obciążeniach niższych od 10% P_n . Zmienne obroty umożliwiają regulację obciążenia w szerokim zakresie bez konieczności radykalnego przemykania łopatek kierownicy. Dzięki temu unika się nadmiernego krętu na wypływie z wirnika, a sprawność przy częściowym obciążeniu jest wciąż zadowalająca. Poza tym zastosowanie układu zmiennoobrotowego umożliwiło bardzo szybkie sterowanie mocą czynną.

W podsumowaniu efektów techniczno-ekonomicznych wdrożonego rozwiązania stwierdzono, że przekonstruowanie istniejących pompoturbin i przystosowanie ich do pracy ze zmienną prędkością jest korzystne z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia. Uzyskanie koniecznych do przeprowadzenia modernizacji hydrozespołu elementów elektromechanicznych i hydraulicznych dla pompoturbin o zmiennej prędkości obrotowej nie stwarzało już wówczas większych trudności. Modernizację hydrozespołu odwracalnego przeprowadzono bez zmiany konstrukcji budowli istniejącej elektrowni. Potrzebna była jedynie wymiana tych elementów, które normalnie i tak musiałyby zostać wymienione: wirnika turbiny po 40 latach eksploatacji, generatora po 20 latach eksploatacji i urządzeń regulacyjnych.

Przekonstruowanie hydrozespołu w celu przystosowania go do pracy ze zmienną prędkością obrotową wymagało:

- określenie zakresu zmian prędkości obrotowej;
- ustalenie maksymalnego zakresu regulacji mocy czynnej w pracy pompowej hydrozespołu;
- ustalenie wymagań odnośnie do obciążenia mocą bierną.

Do podstawowych wyzwań, przed którymi stanęły zespoły projektowe i wykonawcy, zaliczyć należy:

- zaprojektowanie i wykonanie generatora, w szczególności przekonstruowanie wirnika (wirnik z uzwojeniem trójfazowym);
- wykonanie projektu przetwornika częstotliwości wraz ze wszystkimi urządzeniami pomocniczymi oraz integrację z systemem energetycznym (moc znamionowa, uruchamianie do pracy pompowej, wymagana kubatura przestrzenna pomieszczeń do instalacji układów);
- uzyskanie pełnego zakresu ($0 \div P_{max}$) regulacji mocy czynnej w pracy turbinowej hydrozespołu.

Z analizy techniczno-ekonomicznej rozpatrywanych opcji modernizacji hydrozespołu odwracalnego w elektrowni Vianden wynika, że użycie przetwornika tyrystorowego GTO zamiast cyklokonwertera jest bardziej korzystne technicznie, ale jego zastosowanie wymaga poniesienia istotnie wyższych nakładów inwestycyjnych.

Sprawność przetworników obu typów (cyklokonwertera i przetwornika tyrystorowego GTO) różni się maksymalnie o 0,2 punktu procentowego. W porównaniu do konwencjonalnych maszyn synchronicznych (stałobrotowych) dodatkowe straty przetworników jedynie w niewielkim stopniu wpływają na sprawność elektryczną. Spadek sprawności układu elektrycznego w pracy generacyjnej zmodernizowanego hydrozespołu w elektrowni Vianden sięgał przy skrajnie częściowych obciążeniach maksymalnie 1%. Natomiast w optymalnym punkcie pracy w porównaniu z maszyną synchroniczną sprawność jest o 0,2 punktu procentowego mniejsza [9].

5. Prace koncepcyjne nad układami zmiennoprędkościowymi w krajowych elektrowniach szczytowo-pompowych

Krajowy Operator Systemu Przesyłowego [OSP] dysponuje mocą zainstalowaną w Jednostkach Wytwórczych Centralnie Dysponowanych [JWCD] w wysokości 30 349 MW, w tym w elektrowniach wodnych mocą 1706 MW. Jako JWCD są wykorzystywane hydrozespoły

Tabela 1. Porównanie walorów technicznych cyklokonwertera i przetwornika tyrystorowego

| | Cyklokonwerter | Przetwornik tyrystorowy GTO |
|---|--|--|
| Koszty | stosunkowo małe | obecnie ciągle 2 do 3 razy droższe |
| Uruchamianie pompy | częstotliwość wyjściowa <25 Hz, co oznacza, że potrzebne są dodatkowe elementy albo wielokrotne przełączanie | częstotliwość wyjściowa nie jest ograniczona, co oznacza, że częstotliwość można regulować aż do 50 Hz w danym trybie pracy bez przełączania |
| Wymagana kubatura pomieszczenia | mniejsza | większa |
| Zapotrzebowanie na moc bierną | większe, pulsujące | mniejsze, stałe |
| Zachowanie w przypadku zakłóceń pracy systemu | odporny | wymaga elektronicznego zwieracza |

trzech elektrowni szczytowo-pompowych: Żarnowiec, Porąbka-Żar, Żydowo i dwóch elektrowni szczytowo-pompowych z dopływem naturalnym: Solina i Dychów. Elektrownie te, o mocy zainstalowanej w pracy generacyjnej (turbiny) w sumie 1667 MW i w pracy silnikowej (pompowej) 1535 MW, łącznie dysponują zasobem mocy regulacyjnej w pracy turbinowej blisko 1480 MW. Tylko elektrownie Żarnowiec i Porąbka-Żar biorą udział w automatycznej regulacji mocy w paśmie regulacyjnym sygnału Y1s. W regulacji trójnej (załączeniowo/wyłączeniowej) elektrownie dysponują mocą od -1535 MW do + 1667 MW. Zasoby mocy regulacyjnej w KSE nie są wystarczające, stąd poszukuje się nowych rozwiązań technicznych i organizacyjnych. Energetyka wodna dysponuje znacznymi w praktyce niewykorzystywanymi zasobami mocy regulacyjnej i możliwościami magazynowania energii. Z pozostałych 12 elektrowni wodnych o mocy zainstalowanej powyżej 5 MW, w sumie dysponujących mocą zainstalowaną nieco ponad 427 MW, żadna nie jest wykorzystywana do regulacji mocy z uwagi na przyłączenie ich do sieci energetycznej o napięciu niższym od 220 kV. Praktycznie wszystkie te elektrownie dysponują pewnym zasobem możliwości magazynowania energii w zbiornikach górnych, a niektóre z nich mogłyby zostać wyposażone w człony pompowe niewielkim nakładem inwestycyjnym. Nałożenie na Operatorów Systemów Dystrybucyjnych obowiązku utrzymywania właściwych parametrów systemów, za których ruch sieciowy są odpowiedzialni, nastąpi wcześniej czy później. Dlatego już dzisiaj niektóre spółki energetyczne uruchamiają

programy wspomagające ruch systemów dystrybucyjnych. Warto, aby w tych programach uwzględnione zostały walory elektrowni wodnych, zwłaszcza zbiornikowych, powiększone o możliwości odbioru mocy z systemu i wyposażone w układy zmiennoprędkościowe.

W drugiej połowie lat 90. XX wieku w istniejącej wówczas spółce Elektrownie Szczytowo-Pompowe SA, będącej między innymi właścicielem elektrowni Żarnowiec, Porąbka-Żar, Solina i Dychów, podjęto prace koncepcyjne nad zastosowaniem układów zmiennoprędkościowych w elektrowniach szczytowo-pompowych należących do tej spółki. Prace te nabrały przyspieszenia w związku z opracowywaniem pod koniec XX w. projektu modernizacji elektrowni wodnej Solina, w której były zainstalowane dwa hydrozespoły odwracalne o mocy 24,5 MVA. Z uwagi na brak możliwości pracy pompowej tych hydrozespołów w zakresie wysokich spadów zasadne było wykonanie takiego zakresu modernizacji, w wyniku której możliwa byłaby praca pompowa w całym zakresie dostępnych spadów. Opracowano wówczas koncepcję układu zmiennoprędkościowego dla modernizowanych hydrozespołów oraz określono ocenę efektywności takiego rozwiązania. Z przeprowadzonej analizy techniczno-ekonomicznej wynikało, że istnieje możliwość, poprzez zmianę sposobu pracy hydrozespołu, zwiększenia wykorzystania potencjału hydroenergetycznego stopnia wodnego Solina i tym samym zwiększenie produkcji energii elektrycznej oraz prowadzenie regulacji mocy czynnej pobieranej z sieci w pracy pompowej w zależności od potrzeb systemu [15]. Po przeanalizowaniu różnych

DRIVING YOUR BUSINESS



Oferujemy silniki energooszczędne klasy IE3 oraz pełny zakres mocy silników dla przemysłu od 0,04kW do 6000kW



wariantów układów zmiennoprędkościowych oraz wykonaniu stosownych obliczeń uznano, że najkorzystniejszym rozwiązaniem byłoby zastosowanie cyklokonwertera zasilającego wirnik maszyny asynchronicznej. Układ umożliwiał pracę pompoturbiny ze zmienną prędkością obrotową, przy zachowaniu kryterium optymalnego wytwarzania i poboru mocy czynnej oraz biernej.

Obliczone wstępnie parametry cyklokonwertera:

- moc wyjściowa – 7,3 MVA;
- napięcie znamionowe – 2,1 kV;
- prąd znamionowy – 2,0 kA;
- zakres zmian częstotliwości – 0,2–7 Hz;
- częstotliwość w stanach przejściowych – do 10 Hz.

Do analizy efektywności ekonomicznej przyjęto, że w wyniku umożliwienia pracy hydrozespołów ze zmienną prędkością obrotową powstaną dwa składniki efektów:

- efekty wynikające ze zmniejszenia zużycia energii podczas pracy pompowej;
- efekty wynikające z uzyskania mocy regulacyjnej w systemie pracy pompowej.

Przy założeniu średniorocznego czasu pracy w systemie pompowym, wynoszącego wówczas ok. 880 h/rok, oszacowano uzysk energetyczny w wysokości 1437 MWh/rok. Przy ówczesnych cenach energii (najniższa stawka hurtowa wynosiła 70,51 zł/MWh) dodatkowy przychód z tego tytułu wynosił ok. 100 tys. zł. Przy szacowaniu efektów z tytułu uzyskania dodatkowej mocy regulacyjnej obliczono, że możliwy do uzyskania zakres zmian obciążenia w pracy pompowej wyniesie dla modernizowanego hydrozespołu 15,5 MW. Ówczesna stawka cenowa za moc regulowaną dla elektrowni wodnych sterowanych sygnałem Y1S wynosiła: 4837,20 zł/m-c. Tym samym oszacowany przychód roczny z tego tytułu wynosiłby 450 tys. zł/rok.

Zastosowanie w pracy turbinowej (generacyjnej) zmiennej prędkości obrotowej przyniosłoby dodatkowy uzysk energetyczny w wysokości 2084 MWh/rok, co przy ówczesnych cenach energii szczytowej przyniosłoby dodatkowy przychód w wysokości 440 tys. zł. W obliczeniach nie uwzględniono rozszerzenia obszaru regulacji mocy

w pracy turbinowej, przyjmując założenie, że w wyniku modernizacji hydrozespołów przy zastosowaniu klasycznych rozwiązań z generatorem synchronicznym będzie niezależnie uzyskana możliwość regulacji mocy w całym zakresie obciążeń.

Nakłady inwestycyjne na układ zmiennoprędkościowy z cyklokonwerterem przy zastosowaniu dostępnych w tym czasie rozwiązań technicznych i cen rynkowych oszacowano na ok. 7,9 mln zł, w tym koszt wykonania układu z cyklokonwerterem wyniósłby 2,1 mln zł, a koszt wykonania nowego wirnika generatora (wirnik cylindryczny z uzwojeniem trójfazowym) wyniósłby 5,8 mln zł. W podsumowaniu efekty roczne wynikające z zastosowania układu zmiennoprędkościowego w stosunku do stałobrotowego hydrozespołu odwracalnego wyniosłyby ok. 990 tys. zł/rok. Są to oczywiście efekty szacowane, przy obliczaniu których na wstępnym etapie nie uwzględniono zapewne szeregu składników kosztowych, jak również wielu składników po stronie efektów.

W analizie [16] zostały uwzględnione aspekty modernizacji generujące dodatkowe koszty, w tym:

- trudności techniczne zainstalowania układu z uwagi na brak miejsca na urządzenia wymagające znacznej powierzchni i przestrzeni zabudowy;
- brak możliwości pracy zmodernizowanych hydrozespołów odwracalnych na sieć wydzieloną;
- wykluczenia świadczenia usługi *black-startu* (odtworzenia systemu).

Według [16] zaangażowanie dodatkowych nakładów inwestycyjnych rzędu 26 mln zł (według zweryfikowanych kosztów) skutkowało wówczas ok. 16-procentowym wzrostem kosztów modernizacji i praktycznie przekreślało możliwość zastosowania tego rozwiązania.

Autorzy niniejszego referatu nie uzyskali informacji o aktualnie prowadzonych jakichkolwiek pracach koncepcyjnych zastosowania układów zmiennoprędkościowych w modernizowanych elektrowniach wodnych.

6. Podsumowanie i wnioski

1. Współpraca w systemie elektroenergetycznym elektrowni szczy-

towo-pompowych z elektrowniami cieplnymi i niesterowalnymi instalacjami oze przynosi wymierne efekty techniczno-ekonomiczne, polegające na zmniejszeniu kosztów eksploatacji w elektrowniach ciepłych w wyniku:

- ograniczenia tzw. „ruchu przerywanego bloków” (nazywane również „uspokojeniem pracy elektrowni ciepłych”);
- ograniczeniem wymuszonej pracy bloków ciepłych na minimum techniczne w przypadku nadwyżki mocy wytwarzanej przez niesterowalne instalacje oze;
- zmniejszenia awaryjności;
- zmniejszenia kosztów remontów;
- wzrostu dyspozycyjności urządzeń wytwórczych;
- prowadzenia ruchu bloków z optymalną sprawnością;
- eliminacji interwencyjnych wyłączeń niesterowalnych instalacji oze.

2. Konwencjonalne rozwiązania techniczne hydrozespołów odwracalnych zainstalowanych w elektrowniach szczytowo--pompowych nie pozwalają na prowadzenie regulacji mocy czynnej w całym obszarze obciążeń w pracy turbinowej. Najczęściej regulacja mocy czynnej w pracy generatorowej jest możliwa w paśmie 0,6–1,0 P_n , przy czym praca z obniżoną mocą prowadzona jest przy bardzo niskiej sprawności. Wprowadzenie z pomyślnym wynikiem rozwiązań technicznych umożliwiających pracę hydrozespołów w paśmie niskich obciążeń poprawiło znacznie ich regulacyjność, jednak sprawność wytwarzania w tym obszarze pozostała nadal bardzo niska. Dodatkowo w pracy pompowej częściowe obciążenie ze względów związanych z hydrauliką nie jest w ogóle możliwe.

3. Niezależnie od wdrażanych rozwiązań w energetyce cieplnej opartej na paliwie stałym rola elektrowni szczytowo-pompowych w rozwiniętych systemach elektroenergetycznych ciągle wzrasta.

4. Zastosowanie regulacji mocy czynnej pobieranej w ruchu pompowym otwiera nowe możliwości regulacyjne w prowadzeniu ruchu systemu elektroenergetycznego, wzmacnia pozycję

elektrowni szczytowo-pompowych na rynku energii oraz wpływa na obniżenie kosztów wytwarzania energii elektrycznej w systemie.

5. Elektrownie wodne przyłączone do sieci elektroenergetycznych systemów dystrybucyjnych dysponują znacznym zasobem mocy regulacyjnej oraz możliwościami magazynowania energii w zbiornikach wodnych. Wykorzystanie tych zasobów, a tam, gdzie to możliwe, ich zwiększenie poprzez doposażenie w człony pompowe z układami zmiennoprędkościowymi przyniosłoby znaczące efekty techniczno-ekonomiczne zarówno w obszarowych systemach elektroenergetycznych, jak i w gospodarowaniu wodą w regionie, co ma bardzo duże znaczenie.
6. Autorzy niniejszego referatu nie weryfikowali informacji dotyczących efektywności ekonomicznej stosowania układów zmiennoprędkościowych, które wymagałyby uwzględnienia aktualnego stanu techniki i oszacowania aktualnych nakładów inwestycyjnych na modernizację określonego hydrozespołu z uwagi na brak danych wejściowych dotyczących oczekiwanych przez Operatora Systemu Przesyłowego parametrów pracy interwencyjno-regulacyjnej hydrozespołów, zapotrzebowania na usługę o istotnie poprawionych parametrach technicznych w stosunku do obecnie uzyskiwanych, a także wysokości opłat za świadczenie usług rezerwy i regulacji mocy o podwyższonym standardzie. Rozwój techniki w zakresie układów konwertorowych GTO i cyklokonwerterów prowadzi do coraz tańszych rozwiązań oraz stwarza duże nadzieje na przyszłość na upowszechnienie stosowania tej techniki nie tylko w elektrowniach szczytowo-pompowych.

Przypisy

1. Przyrost mocy 10 MW w wyniku modernizacji ESP Żydowo.
2. W porównaniu z rokiem 2017.
3. Ciężar wirnika cylindrycznego generatora zmiennoodrotowego jest znacznie większy od ciężaru wirnika generatora synchronicznego z wydatnymi biegunami.

Literatura


- [1] Rozporządzenie Komisji (UE) 2017/1485 z dnia 2 sierpnia 2017 r. ustanawiające wytyczne dotyczące pracy systemu przesyłowego energii elektrycznej.
- [2] Raport zawierający zbiorcze informacje dotyczące energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnego źródła energii w mikroinstalacji (w tym przez prosumentów) i wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej w 2018 r. (art. 6a ustawy OZE) Warszawa, marzec 2019.
- [3] URE Instalacje odnawialnego źródła energii wg stanu na dzień 31 grudnia 2018 r.
- [4] BOGACZ J.: *Model oceny wpływu rozwoju rozproszonych źródeł energii na wybrane systemowe usługi regulacyjne*. Politechnika Śląska.
- [5] LEWANDOWSKI S., LUBOCKI W., STACHOWICZ Z.: *Elektrownia wieloblokowa jako zintegrowana jednostka regulacji systemu elektroenergetycznego*. VII Międzynarodowa Konferencja Naukowa Aktualne Problemy Energetyki APE'97. Gdańsk/Jurata 11–13 czerwca 1997.
- [6] LEWANDOWSKI S., KIELBASA W., STACHOWICZ Z.: *A multi unit power plant as an integrated unit of power system control – the case of Żarnowiec*. Proceedings: Hydropower into the Next Century, Conference Portorož (Slovenia), 15–17 September 1997. Hydropower & Dams.
- [7] PFEIFFER A.: *PSW Goldisthal ausgestattet mit drehzahlgeregelten Motor/Generatoren*. Schriftenreihe der TU Wien, Tagungsband 10. Internationales Seminar „Wasserkraftanlagen”, 10–12 November 1998.
- [8] TANAKA H.: *82 MW variable speed pumped-storage system*. Water Power & Dam Construction, November 1991.
- [9] RWE Energie AG, National Technical University of Athens, Institut National Polytechnique de Grenoble, Technische Hochschule Darmstadt, De Pretto Escher Wyss, Société Electrique de l'Our – „Variospeed Hydropower Plants” (Contract J0U2 – CT 94–0433).
- [10] KUDO K.: *Japanese experience with a converter-fed variable speed pumped-storage system*. Hydropower & Dams, March 1994.
- [11] KOKADO T., NAKAZAWA M., KAYUKAWA S., KUWABARA T.: *Operating experiences*

with adjustable speed machines contribution to system stability. Hydropower & Dams, March 2000.

- [12] KIREJCZYK J.: *Turbozespoły o regulowanej prędkości obrotowej w elektrowniach pompowo-szczytowych*. „Energetyka Wodna” 1/2014.
- [13] 2016 07 26 Department of Energy EERE, Michael Harris, Associate Editor.
- [14] LEWANDOWSKI S., OSTAJEWSKI E., WIKTORKO W., WRÓBLEWSKI J.: *Korzyści techniczne i ekonomiczne z zastosowań pompoturbin ze zmienną prędkością obrotową*. Konferencja APE'2001.
- [15] BONIN J., MAZUR M., MŚCIVOJEWSKI E., RACZUNAS W., SAUK M.: *Analiza ekonomiczna efektywności zastosowania układów zmiennoprędkościowych dla zmodernizowanych hydrozespołów odwracalnych EW Solina*. IE o/Gdańsk, październik 1999.
- [16] *Analiza wykorzystania wyników opracowania Instytutu Energetyki dot. układów zmiennoprędkościowych dla modernizacji EW Solina*. BSIPE ENERGOPROJEKT – Warszawa SA, Warszawa, luty 1999.

Praca niniejsza powstała w ramach działalności statutowej Instytutu Maszyn Przepływowych PAN oraz Towarzystwa Elektrowni Wodnych.

Autorzy dziękują korporacji Toshiba za zgodę na wykorzystanie jej materiałów ilustracyjnych.

 Stanisław Lewandowski

Easy Serv Sp. z o.o., Bolszewo
Towarzystwo Elektrowni Wodnych;
Mariusz Lewandowski, Janusz Steller –
Instytut Maszyn Przepływowych PAN,
Gdańsk
Towarzystwo Elektrowni Wodnych

Robotyzacja procesów produkcyjnych. Wprowadzenie

Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk

1. Wprowadzenie

Robotyka jest dziedziną wiedzy technicznej zajmującą się budową robotów, ich sterowaniem, programowaniem i zastosowaniem w różnych domenach nauki i techniki. Jest interdyscyplinarna, łączy wiedzę z wielu innych dziedzin (mechaniki, automatyki, elektroniki, informatyki itp.). Dziś z łatwością można zauważyć obecność robotów w przemyśle, medycynie, transporcie, budownictwie, administracji, wojsku, rolnictwie i kosmosie. Swoje miejsce w życiu człowieka robotyka znalazła wszędzie tam, gdzie praca jest szczególnie uciążliwa, monotonna i niebezpieczna. Przykładem są linie technologiczne fabryk (na których są realizowane m.in. procesy pakowania i paletyzacji, malowania, łączenia i cięcia oraz manipulowania), praca w szkodliwych warunkach (niskie i wysokie temperatury, promieniowanie, lecące iskry i zanieczyszczenia chemiczne) czy niezbadane dotąd obszary (np. głębin morskie i kosmos). Jednak mimo że od wielu lat jest to dziedzina bardzo szybko rozwijająca się, człowiek nadal odgrywa tu rolę nadrzędną. Być może w przyszłości funkcje zarezerwowane dziś dla człowieka (np. konstruowanie, programowanie, konserwacja) staną się również domeną maszyn. Już dzisiaj mówi się, że przyszłością robotyki przemysłowej są autonomiczne stanowiska pracujące z ograniczoną obsługą ludzką. Do podstawowych działań robotyki należy zaliczyć:

- robotykę teoretyczną (teorie robotów i manipulatorów);
- robotykę ogólną (metody, aspekty ekonomiczne, socjalne, społeczne);
- robotykę metrologiczną (roboty do celów pomiarowych, kontrolnych);
- robotykę maszyn lokomocyjnych (jedno- i wielonożnych, kołowych, pełzających, kołowo-nożnych);
- robotykę medyczną i rehabilitacyjną (roboty do celów chirurgicznych, protetycznych, rehabilitacyjnych);
- robotykę przemysłową (roboty w przemyśle maszynowym, spożywczym, papierniczym, w górnictwie);
- robotykę pozaprzemysłową (roboty do prac podwodnych, wojskowych, ratowniczych, w kosmosie);
- robotykę usługową (roboty do prac biurowych, porządkowych);
- mikrorobotykę (miniaturyzacja robotów).

Z pojęciem „robotyki” bardzo blisko jest związane pojęcie „robot”. Powstanie pierwszych mechanizmów to czasy Platona (400 lat p.n.e.), kiedy to (wg przekazów historycznych) zbudowano pierwsze automaty (zabawki potrafiące wykonywać proste ruchy). Z kolei za pierwszy mechanizm robotyczny uważa się zegar wodny wynaleziony prawdopodobnie 250 lat

p.n.e. Mechanizm ten był przeznaczony do odwracania klepsydry. Miano urządzenia robotycznego uzyskał dzięki cyklicznie powtarzanej czynności, do której wykonywania go skonstruowano. Burzliwy rozwój ruchomych mechanizmów nastąpił w średniowieczu, kiedy budowano skomplikowane mechanicznie zegary oraz ruchome figurki napędzane energią wody, sprężyn oraz siłami grawitacyjnymi. Łatwo można zauważyć, że cechą wspólną wszystkich tworzonych mechanizmów była próba odtworzenia ruchów człowieka i zwierząt.

Skąd tak naprawdę wzięło się słowo „robot”, używane jako pojęcie do określania pewnego typu maszyny?

„Robot” oznacza w języku czeskim robotnika. W 1920 r. czeski pisarz Karel Čapek nazwał robotami sztuczne inteligentne istoty pozbawione ludzkich uczuć. Pisząc *R.U.R. – Roboty Uniwersalne Rossuma* stworzył wizję świata, w którym jedyną drogą jest dążenie do rozwoju technicznego, a wszystko to, co postępowi nie służy, jest nieważne.

Čapek pisał: „...produkować sztucznych robotników to przecież to samo, co wyrabiać silniki spalinowe. Produkcja musi być jak najprostsza, a produkt jak najlepszy, najpraktyczniejszy (...). Jaki robotnik jest dla fabryki najlepszy? (...) Taki, który jest najtańszy. Który ma jak najmniej potrzeb. Młody Rossum skonstruował robotnika mającego minimum potrzeb. Musiał go uprościć. Odrzucił wszystko, co bezpośrednio nie wiąże się z wykonaniem pracy. W ten właśnie sposób zlikwidował człowieka i stworzył Robota...”.

Określenie przyjęło się na całym świecie i dziś robotem jest nazywane urządzenie techniczne przeznaczone do realizacji niektórych funkcji manipulacyjnych i lokomocyjnych człowieka, mające pewien poziom inteligencji maszynowej. Dążeniem człowieka od zawsze było stworzenie maszyny na swój obraz (humanoida). Wraz z rozwojem technologii roboty wyposażano w coraz lepsze, nowocześniejsze źródła energii, czujniki, urządzenia wykonawcze i sterujące. Na początku XX wieku, wraz z wykorzystaniem elektryczności, roboty wyposażono w mikrofony, fotokomórki i głośniki, a do sterowania zaczęto używać aparatury bezprzewodowej. W latach pięćdziesiątych XX w. wyprodukowano pierwsze modele maszyn manipulacyjnych z programowym sterowaniem.

Do pionierów robotyki z całą pewnością można zaliczyć konstruktora Joe Engelbergera, który wraz ze swoim przyjacielem Devolem skonstruował w 1958 r. kanciastą i przysadzistą maszynę UNIMATE. UNIMATE (rys. 1) w 1961 r. został włączony do procesu technologicznego w fabryce General Motors w Ternstedt w stanie New Jersey.



Rys. 1. Robot UNIMATE na linii montażowej Volvo 650

(Źródło: <http://www.volvocargent.be/nl/>)

Jednym z pierwszych zadań robota, wyposażonego w teleskopowe ramię hydrauliczne z przegubem, było przeniesienie dziewięciokilogramowych odlewów ze stali. Później był również stosowany m.in. na liniach montażowych samochodów marki Volvo. Robot przepracował przez blisko 50 lat ok. 100 tys. godzin, wytyczając w przemyśle nowy kierunek.

Wykorzystanie maszyny pracującej 24 h na dobę bez operatora potwierdziło sens wyposażania linii produkcyjnych w wydajne programowalne maszyny. Możliwość zastąpienia ciężkiej pracy robotników na trzech zmianach zainicjowała masową produkcję robotów na potrzeby przemysłu (w Stanach Zjednoczonych w 1963 r., w Europie i Japonii w 1968 r., w Polsce na początku lat 70.). Dziś UNIMATE jest eksponatem w Smithsonian Institution i trudno porównywać go z robotami, których rozwój dyktowany jest obecnie przez lawinowy rozwój technologii mikroprocesorowej. Dziś, kiedy coraz częściej mówi się nie o przestrzeni roboczej, a o środowisku pracy robota, konstruktorzy pragną w jak największym stopniu

usamodzielić maszynę, wyposażając ją w czujniki symulujące zmysły człowieka. Jak dotąd, z pięciu zmysłów (wzrok, dotyk, smak, słuch i węch) tylko wzrok i dotyk znalazły szerokie zastosowanie w robotyce. Obecnie na całym świecie są prowadzone intensywne prace nad sterowaniem głosem, identyfikacją i rozpoznawaniem położenia obiektu w przestrzeni trójwymiarowej oraz czujnikami odległości. Pełne wykorzystanie trójwymiarowych systemów stało się możliwe dzięki zastosowaniu zaawansowanych czujników wizyjnych, ultradźwiękowych i laserowych. Dużym problemem są funkcje lokomocyjne i wszyscy zadają sobie pytanie – jak zbudować chwytak bliiski właściwościom ludzkiej ręki?! Próbuje się wykorzystać zjawiska elektrostatyczne oraz chwytaki adaptacyjne (dostosowujące swój kształt do kształtu obiektu). Jakimi siłownikami zastąpić siłowniki hydrauliczne, pneumatyczne i elektryczne? W jaki sposób zminiaturyzować napędy? Istnieje jeszcze wiele innych pytań, na które dzisiejsi inżynierowie starają się znaleźć odpowiedź.

Odrębnym problemem robotyki są układy sterowania, w których proste sterowanie położeniem już nie wystarcza. Dzisiaj tworzy się wieloprocesorowe układy pozwalające na tworzenie wielowątkowych aplikacji i współpracę z otaczającym środowiskiem, a to stymuluje rozwój interfejsów łączących oba światy, rozwijając przy tym techniki programistyczne. Wydaje się, że najlepszym rozwiązaniem są języki wysokiego poziomu (łatwo przyswajalne przez człowieka), umożliwiające działanie robotów w czasie rzeczywistym.

2. Pojęcia podstawowe

Robotyka jest dziedziną wiedzy technicznej i, jak w większości dziedzin, obowiązuje w niej pewne prawa. Prawa robotyki powstały głównie z uwagi na rozważane zagrożenia dla ludzkości, mogące wynikać z wysokiego zaawansowania technologicznego maszyn. Zgodnie z założeniami, aby do takich zagrożeń nie dopuścić, konstruktorzy robotów powinni przestrzegać zdefiniowanych praw robotyki [I.28].

reklama

Kübler

Zestawy pomiaru liniowego



- enkodery
- ramiona mocujące
- koła pomiarowe
- listwy

tel. 61 849 99 02
www.kubler.pl

Pierwsze trzy prawa zostały sformułowane w opowiadaniu *Zabawa w berka* w 1942 r. przez pisarza Isaaca Asimova i tworzą tzw. kanony robotyki. Obecnie, ze względu na rozwój robotyzacji i mikrotechnologii, formułuje się dodatkowe prawa, których zadaniem jest uwzględnienie wszystkich aspektów wzrostu możliwości robotów.

Prawa robotyki

- **Pierwsze prawo:** Robot nie może ingerować w działanie człowieka, oprócz tych działań, które szkodzą człowiekowi.
- **Drugie prawo:** Robot musi być posłuszny rozkazom wydanym przez człowieka, oprócz tych rozkazów, które są sprzeczne z pierwszym prawem.
- **Trzecie prawo:** Robot musi chronić swoją egzystencję, oprócz tych przypadków, które są sprzeczne z pierwszym lub drugim prawem.
- **Czwarte prawo:** Robot musi ujawnić swoją naturę robota. W szczególności robot nie może udawać człowieka.
- **Piąte prawo:** Im bogatsze jest wyposażenie robota w układy czujnikowe, zapewniające percepcję warunków otoczenia, a w szczególności możliwości autonomicznego określania działań przez jego układ sterowania, tym (do pewnego dopuszczalnego stopnia) może być uboższa jego konstrukcja. Ten dopuszczalny stopień zależy od celu, który został przed robotem postawiony, oraz od możliwości zrealizowania tego celu przez robota.

Później, w 1985 r., w opowiadaniu *Roboty i Imperium* Asimov dodał tzw. prawo zerowe, które stało się prawem nadrzędnym: robot nie może skrzywdzić ludzkości ani przez zaniechanie działania doprowadzić do uszczerbku dla ludzkości.

2.1. Definicje robotów

Podobnie jak termin „automatyzacja”, termin „robot” również jest tłumaczony różnie w zależności od kontekstu. Według Wikipedii:

Robot to mechaniczne urządzenie wykonujące automatycznie pewne zadania. Działanie robota może być kontrolowane przez człowieka, przez wprowadzony wcześniej program bądź przez zbiór ogólnych reguł, które zostają przełożone na działanie robota za pomocą technik sztucznej inteligencji. Roboty często zastępują człowieka przy monotonna, złożonych z powtarzających się czynności, działaniach, które mogą wykonywać znacznie szybciej od ludzi. Domeną ich zastosowań są też te zadania, które są niebezpieczne dla człowieka, na przykład związane z manipulacją szkodliwymi dla zdrowia substancjami lub przebywaniem w nieprzyjnym środowisku.

Pojęcia „robot” używa się też do nazywania autonomicznie działających urządzeń odbierających informacje z otoczenia za pomocą sensorów i wpływających na nie za pomocą efektorów. Roboty takie są budowane przez badaczy zajmujących się sztuczną inteligencją lub kognitywistyką w celu modelowania zdolności poznawczych, sposobu myślenia lub zachowania zwierząt bądź ludzi. Mimo ogromnego postępu w tych dziedzinach cel, którym jest stworzenie robota co najmniej dorównującego inteligencją człowiekowi, wciąż wydaje się bardzo odległy.

Robot jest też ogólnym pojęciem stosowanym do określenia istniejących w rzeczywistości lub wyimaginowanych automatów i maszyn przypominających wyglądem człowieka lub zwierzę. Słowa „robot” przedtem użyjemy do nazwania człekokształtnej ruchomej kukły niż wysoko wyspecjalizowanej nowoczesnej zmywarki do naczyń – mimo że sposób działania tego urządzenia w pełni zgadza się z definicją robota. Przyczyną tego jest prawdopodobnie cechujący nas antropomorfizm.

Robotyka przemysłowa jest dziedziną robotyki zajmującą się zastosowaniem robotów i manipulatorów przemysłowych w celu robotyzacji procesów produkcyjnych (m.in. spawanie, malowanie, paletyzacja, montaż, prasowanie, przenoszenie, inspekcja produktów, testowanie produktów).

Pojęciem „robota przemysłowego” określa się w różnych częściach świata różnie skonfigurowane maszyny. W Niemczech wymagane jest, aby robot miał więcej niż 3 aktywne osie, choć i ta definicja nie jest powszechnie akceptowana. W wielu krajach, takich jak Japonia czy USA, używa się odrębnych definicji robota (w Japonii na przykład ręcznie poruszane manipulatory również są klasyfikowane jako roboty). Dlatego bardzo trudno jest ocenić statystyczny poziom automatyzacji i podać liczbę robotów.

Manipulacyjny robot przemysłowy jest automatycznie sterowaną, programowaną, wielozadaniową maszyną manipulacyjną o wielu stopniach swobody, mającą właściwości manipulacyjne lub lokomocyjne, stacjonarną lub mobilną, do ważnych zastosowań przemysłowych.

W obszarze robotyki najbardziej interesujące wydają się roboty nazywane „inteligentnymi”. Takim mianem określa się maszyny elastyczne, zmieniające swoje zachowanie pod wpływem czynników zewnętrznych i będące w stanie manipulować fizycznymi przedmiotami w realnym środowisku, reagując w odpowiedni sposób na zewnętrzne wydarzenia. Wygląd i wielkość nie mają wpływu na poziom inteligencji robota, a najważniejszym kryterium jest posiadanie różnych typów czujników.

2.2. Zastosowania specjalne robotów

Oprócz zastosowania robotów w aplikacjach przemysłowych, są one szeroko wykorzystywane do zastosowań specjalnych. W takich przypadkach nie przelicza się kosztów użytkowania maszyny, ponieważ pracuje ona najczęściej w warunkach ekstremalnych, często bardzo niebezpiecznych dla organizmów żywych. Do obszarów specjalnych można zaliczyć:

- przestrzeń kosmiczną;
- medycynę;
- laboratoria;
- produkcję w „pomieszczeniach sterylnych”;
- zastosowania militarne;
- specjalne rozwiązania przemysłowe i budowlane.

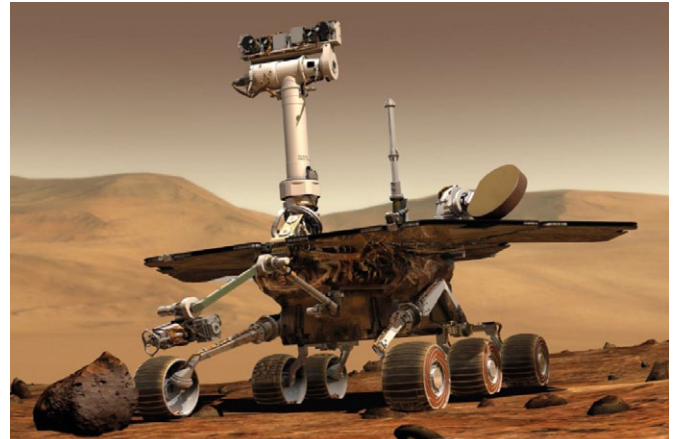
Przestrzeń kosmiczna

W przestrzeni kosmicznej człowiek jest bardzo drogim operatorem. Wyszkolenie astronautów, ich liczba oraz systemy techniczne (np. podtrzymanie życia) powodują, że na Ziemi ponoszone są ogromne koszty związane z czynnikiem ludzkim. Dlatego w misjach kosmicznych, gdzie istnieje



Rys. 2. Ramię robota Canadarm w kosmosie

(Źródło: NASA TV)



Rys. 3. Łazik Opportunity

(Źródło: NASA TV)

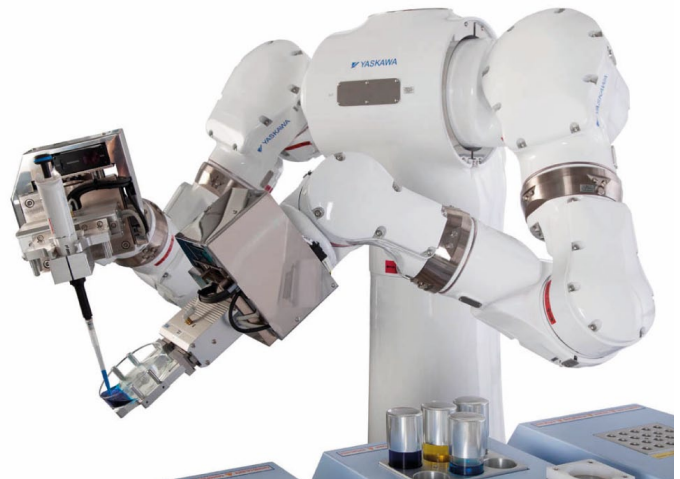
niebezpieczeństwo utraty życia, preferowane są systemy automatyczne (rys. 2).

Do obszarów aplikacji w przestrzeni kosmicznej, które można zautomatyzować przez użycie robotów, można zaliczyć:

- wykonywanie eksperymentów w bezzałogowych laboratoriach kosmicznych;
- przechwytywanie i tankowanie satelitów oraz reperowanie wadliwie działających;
- badanie planet przy wykorzystaniu robotów mobilnych (rys. 3).

Laboratoria

Ze względów bezpieczeństwa oraz wymogu dużej dokładności roboty są wykorzystywane w medycynie, chemii i biotechnologii. Do tego typu celów najczęściej są wykorzystywane roboty o małych gabarytach, ponieważ wykonują one zazwyczaj pracę w bardzo małej przestrzeni. W laboratoriach często są tworzone hermetyczne stanowiska robocze, w których roboty wykonują doświadczenia w warunkach sterylnych (rys. 4).



Rys. 4. Robot CSDA10F firmy Yaskawa Motoman

(Źródło: <https://www.yaskawa.eu.com/>)

reklama

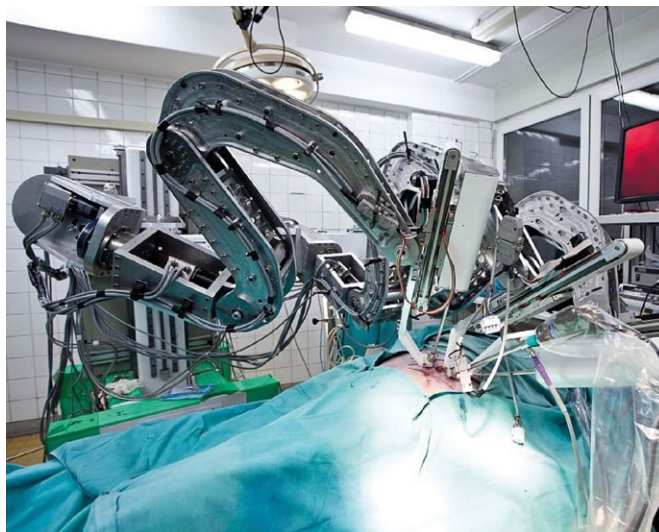
Modułowość
Plug and Play
Łagodny rozruch
Synchronizacja



ABUS
CRANE SYSTEMS POLSKA

Medycyna

Wytwarzanie produktów medycznych wymaga najwyższego stopnia precyzji i higieny. Dlatego bardzo wiele produktów tego typu powstaje w sterylnych pokojach, bez udziału czynnika ludzkiego. W takich pomieszczeniach produkcyjnych roboty wykonują wszystkie funkcje, od transportu, przez montaż, aż do pakowania. W przyszłości roboty medyczne będą wspierały zespoły chirurgiczne w przeprowadzaniu operacji. Już dzisiaj powszechnie są stosowane teleoperatory, które wspomagają pracę chirurgów, wykonując ruchy lekarza. Oczywiście naukowcy pracują nad robotami, które będą mogły autonomicznie wykonywać operacje, a ich praca będzie wspierana przez dane i obrazy płynące z tomografów. Przykładem może być polski robot medyczny Robin Heart (rys. 5), który został opracowany przez zespół naukowców z Fundacji Rozwoju Kardiochirurgii w Zabrze. Jest to jeden z najnowocześniejszych na świecie robotów wspomagających przeprowadzanie operacji.



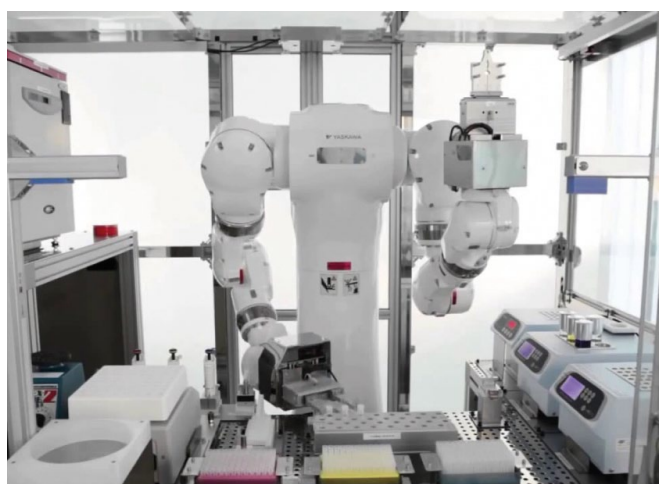
Rys. 5. Robot chirurgiczny Robin Heart

(Źródło: <http://automatykaonline.pl/>)

Pomieszczenia sterylne

Niektóre procesy produkcyjne, takie jak produkcja półprzewodników, obwodów łączonych czy nośników magnetycznych, wymagają odpowiednich warunków klimatycznych oraz wysokiej czystości powietrza. Procesy takie są hermetyzowane w tzw. czystych pomieszczeniach. Specjalny klimat oraz instalacje filtrów zapewniają odpowiednie warunki produkcji, takie jak stała temperatura, wilgotność powietrza i brak kurzu.

W pomieszczeniach takich roboty są wykorzystywane najczęściej do celów transportowych, dlatego wymagana jest ich duża precyzja i powtarzalność ruchów (rys. 6). Ponadto muszą one spełniać wymagania sterylności pomieszczeń i nie powinny emitować więcej kurzu, niż może wchłonąć filtr obsługujący dane pomieszczenie.



Rys. 6. Robot CSDA10F firmy Yaskawa Motoman w pomieszczeniu sterylnym

(Źródło: <https://www.youtube.com/>)

Zastosowania militarne

Rozwój techniki zawsze był nieodłącznie związany z wykorzystaniem nowoczesnych technologii w zastosowaniach militarnych. W mediach coraz częściej pojawiają się informacje dotyczące nowoczesnych robotów wojskowych, wspierających żołnierzy na polu walki. Roboty są obecnie wykorzystywane w powietrzu, wodzie i na lądzie, wykonując szczególnie niebezpieczne zadania (rys. 7).

2.3. Robotyka przemysłowa a automatyzacja

Robotyka przemysłowa jest ściśle związana z automatyzacją. W tym kontekście można wyróżnić trzy poziomy automatyzacji:

- 1. Automatyzacja ze stałą funkcjonalnością.** W przypadku dużej liczby produktów (np. samochodów) najlepszym rozwiązaniem ekonomicznym, mimo wysokich kosztów spowodowanych specyficzną produkcją, jest zakup optymalnego wyposażenia do ich produkcji. Dzięki podziałowi kosztów przez liczbę produktów można osiągnąć niższą cenę jednostkową niż przy użyciu innych metod produkcyjnych.
- 2. Automatyzacja programowalna.** W przypadku produkcji różnych produktów w małych seriach wyposażenie należy tak zaprojektować, aby można je było łatwo adaptować do nowych warunków. Kolejne adaptacje umożliwiają



Rys. 7. Robot mobilny Maars

(Źródło: <http://www.precisionremotes.com/>)

produkcję różnych wyrobów, a koszt całego przedsięwzięcia można podzielić na wszystkie wyprodukowane produkty.

3. **Automatyzacja elastyczna.** Mechanizm automatyzacji elastycznej składa się z pewnej liczby powszechnie przydatnych ogniw produkcji, które są łączone przez transport i system składowania. Centralny kontroler produkcji koordynuje transport elementów do komórek roboczych i dostarcza wszystkie konieczne programy sterujące do robotów. System produkcji może przetworzyć większą liczbę partii produktów, jak również kilka pojedynczych produktów równocześnie.

Coraz częściej mówi się o elastycznej produkcji jako podstawowym systemie produkcji przemysłowej przyszłości. Ekonomicznym rozwiązaniem wydaje się wykorzystanie w niej inteligentnych robotów, które będą mogły zostać użyte zarówno do samej produkcji, jak i do celów transportowych. Już dzisiaj, aby działać autonomicznie i osiągnąć skuteczną współpracę między sobą, roboty muszą planować i nadzorować swoje funkcje, rozpoznawać środowisko oraz komunikować się z innymi maszynami. Rozrastające się systemy rozproszone wymagają użycia coraz większej liczby czujników oraz połączenia wszystkich współpracujących maszyn siecią wymiany danych.

Obecnie, dzięki wykorzystaniu sztucznej inteligencji, roboty wykorzystują systemy wizyjne w środowiskach przemysłowych. Kamera, robot i sterownik robota połączone z komputerem umożliwiają robotowi widzenie, poruszanie się i reagowanie w sposób podobny do funkcji organizmu człowieka [I.19].

2.4. Klasyfikacja robotów przemysłowych

Maszyny i narzędzia są grupowane ze względu na swoje funkcje. Jeśli pełnią ich kilka, wówczas klasyfikuje

się je, biorąc pod uwagę funkcje główne. Z powodu ogromnej liczby funkcji, roboty mogą zostać zaklasyfikowane do różnych grup. Czynności takie, jak spawanie lub malowanie, mogłyby usprawiedliwić zaliczenie do maszyn spawalniczych lub malarskich, ale zazwyczaj roboty należą do grupy urządzeń manipulacyjnych.

Istnieje wiele kryteriów podziału robotów (rys. 8). Do najczęściej spotykanych można zaliczyć podziały ze względu na: strukturę kinematyczną, budowę jednostki kinematycznej, sterowanie i rodzaj napędów [I.9].

reklama



Zaprojektowany do działania

Seria TS2 – zaprojektowana od nowa konstrukcja typu SCARA

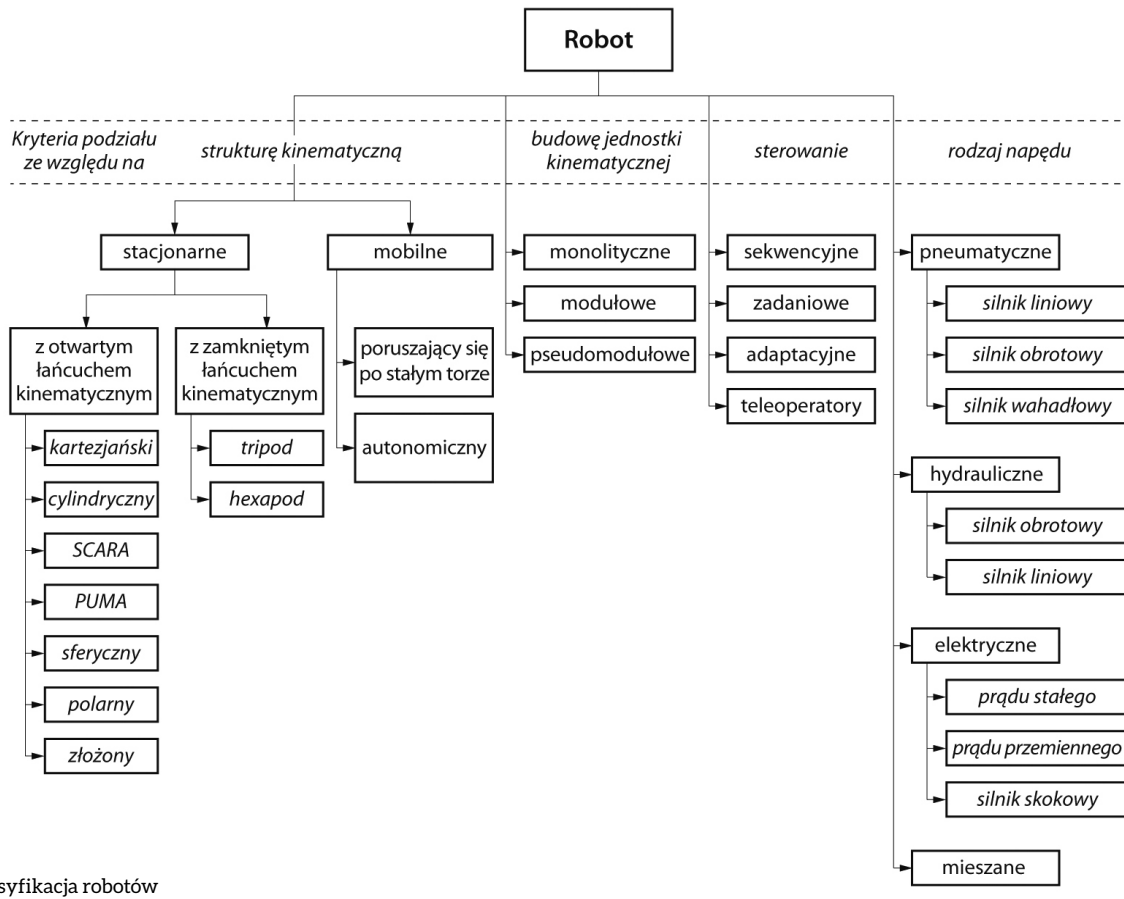
- Pierwszy całkowicie zamknięty robot 4-osiowy
- Unikalny cylindryczny obszar pracy
- Wyjątkowa szybkość i powtarzalność
- Podłączenie Ethernet Cat5e dostępne bezpośrednio dla narzędzi
- Zintegrowany system wymiany narzędzi

Stäubli – Experts in Man and Machine

www.staubli.com

FAST MOVING TECHNOLOGY

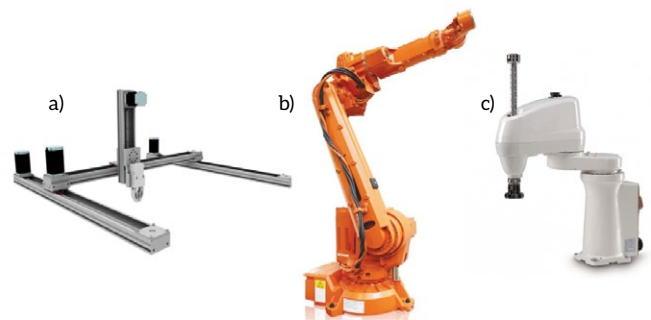
STÄUBLI



Rys. 8. Klasyfikacja robotów

Podział robotów ze względu na strukturę kinematyczną:

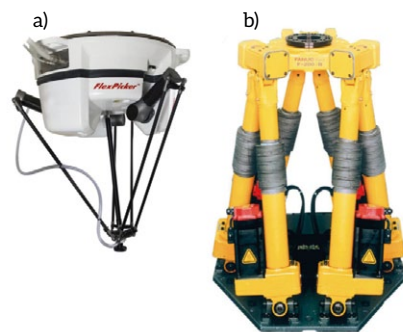
- stacjonarne (niemogące się przemieszczać względem podłoża):
 - z otwartymi łańcuchami kinematycznymi (szeregowe połączenie par kinematycznych – rys. 9);
 - z zamkniętymi łańcuchami kinematycznymi (równoległe połączenie par kinematycznych – rys. 10):
 - tripody, inaczej typu delta (trzy ramiona tworzące zamknięty łańcuch kinematyczny);
 - heksapody (sześć ramion tworzących zamknięty łańcuch kinematyczny);
- mobilne (mogące przemieszczać się względem podłoża – rys. 11):
 - poruszające się po stałym torze jezdnym (wykorzystywane często na liniach technologicznych fabryk);
 - autonomiczne – mające możliwość swobodnego poruszania się.



Rys. 9. Roboty z otwartym łańcuchem kinematycznym: a) kartezyjski firmy WObit; b) przegubowy IRB2600 ID firmy ABB; c) SCARA firmy Adept (Źródło: <http://www.wobit.com.pl/>, <http://www.abb.com/>, www.adept.com/)

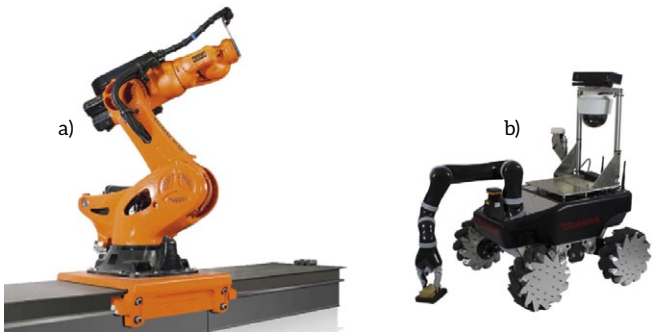
Podział robotów ze względu na budowę jednostki kinematycznej:

- monolityczne – roboty o niezmiennej konstrukcji mechanizmu, tzn. użytkownik ma możliwość uzupełnienia ramienia wymiennymi końcówkami (efektorami);
- modułowe – użytkownik ma możliwość samodzielnego konstruowania robotów z elementów (segmentów) dostarczonych przez producenta;

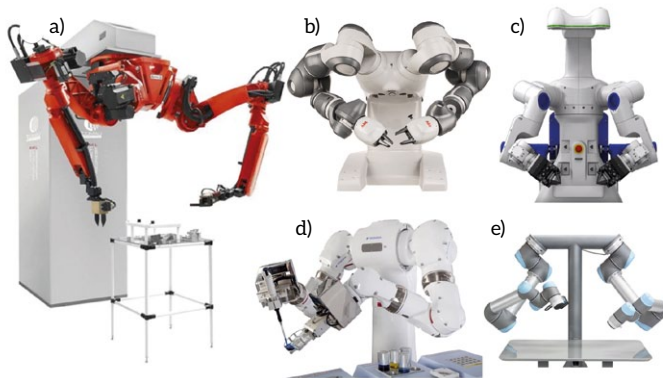


Rys. 10. Roboty z zamkniętym łańcuchem kinematycznym: a) tripod IRB360 firmy ABB; b) heksapod F200i firmy FANUC

(Źródło: <http://www.ABB.com/>, <http://FANUC.com/>)



Rys. 11. Roboty mobilne: a) KL3000 firmy KUKA na torze jezdny;
b) SUMMIT firmy Robotnik (Źródło: www.kuka.com, www.robotnik.eu)



Rys. 12. Roboty dwuramiennne: a) robot firmy COMAU; b) YUMI firmy ABB; c) robot firmy EPSON; d) CSDA10F firmy Yaskawa Motoman;
e) UR5 dual arm 2 firmy Universal Robots
(Źródło: www.comau.com, www.abb.com, www.epson.com, www.youtube.com,
www.universal-robots.com/)

- pseudomodułowe – są to właściwie roboty monolityczne, lecz producent umożliwia modułową wymianę wybranych elementów.

Podział robotów ze względu na sterowanie:

- sekwencyjne – roboty wyposażone w układ sterowania wykonujący ruchy wg założonego algorytmu;
- zadaniowe – realizujące zadania wg pewnego algorytmu, który opisuje nie tylko położenie i orientację, ale również wymagane prędkości;
- adaptacyjne – dzięki dodatkowym mechanizmom (czujniki, algorytmy adaptacyjne) mają możliwość dostosowania się do otaczającego je środowiska (przestrzeni roboczej);
- teleoperatory – ich zasadniczą cechą jest możliwość sterowania bezpośrednio przez operatora lub komputer (sterownik PLC).

Podział robotów ze względu na rodzaj napędów:

- pneumatyczne – siłowniki: liniowy, wahadłowy, silnik obrotowy;
- hydrauliczne – siłownik liniowy, silnik obrotowy;

- elektryczne – silniki: prądu stałego, przemiennego, silnik krokowy;
- kombinowane – połączenie powyższych rozwiązań.

Inne typy robotów

Obecnie, z uwagi na dynamiczny rozwój, odrębną grupę stanowią roboty wyposażone w dwa ramiona (rys. 12). Urządzenia te pojawiły się w ofercie niemal wszystkich liczących się na świecie producentów robotów. Niewątpliwie ma to związek z dostosowywaniem przepisów bezpieczeństwa, pozwalających na bliższą kooperację człowieka z maszyną. Ponadto umożliwia to pozyskanie kolejnej sfery produkcji – złożonego montażu.

Nową grupą robotów są roboty kolaboracyjne. Ich rozwój jest kolejnym etapem zbliżania robotów do ludzi z zapewnieniem bezpieczeństwa zgodnego z tworzonymi dyrektywami. ■

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


Fragment pochodzi z książki:

Robotyzacja procesów produkcyjnych,


W. Kaczmarek, J. Panasiuk,

Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017

reklama



zrobotyzowany.pl



Przemysł
ZROBOTYZOWANY

www.zrobotyzowany.pl

Elastyczny system profilowania użytkownika budynku z wykorzystaniem elementów sztucznej inteligencji

Michał Kosnowski, Mariusz Nowak

1. Wprowadzenie

Coraz większe możliwości świadczenia pracy zdalnej z miejsca zamieszkania, a także zdobywania wiedzy w formule zdalnej oraz realizacji zakupów online powodują, że ludzie coraz więcej czasu spędzają w mieszkaniach i domach oraz różnego rodzaju innych budynkach. Mieszkania, szkoły, biura, centra handlowe, obiekty sportowe, kina, muzea, hotele, a także budynki przemysłowe to miejsca, w których spędzamy nawet 90% naszego życia. Budynki są miejscem, gdzie prowadzimy aktywność zawodową, zaspakajamy swoje codzienne potrzeby oraz odpoczywamy. Każdy z nas chce przebywać w budynkach, w których oferowane są komfortowe warunki mikroklimatyczne – właściwa temperatura, wilgotność i czystość powietrza, odpowiednie oświetlenie oraz akceptowalny poziom natężenia hałasu. Osoby przebywające w budynkach, w których panują właściwe warunki środowiska wewnętrznego, są zadowolone i odpowiednio wydajne w wykonywaniu pracy [1, 2]. Właścicielom budynków zależy na tym, aby dostarczanie optymalnych warunków mikroklimatycznych wiązało się z jak najniższymi kosztami. Wysoki komfort oferowany użytkownikom budynków stoi w sprzeczności z niskim zużyciem energii. Pogodzenie interesów obu stron jest możliwe w budynkach wyposażonych w zaawansowane systemy automatyki, dzięki którym można takie obiekty nazywać budynkami inteligentnymi. Budynek inteligentny to z definicji obiekt wyposażony w zintegrowany, spójny i elastyczny system automatyki, pozwalający na swobodną komunikację z budynkowymi czujnikami pomiarowymi i urządzeniami wykonawczymi charakterystycznymi dla instalacji budynkowych. System

Streszczenie: W artykule przedstawiono propozycję elastycznego systemu profilowania osób będących użytkownikami inteligentnych budynków. Zaproponowano wykorzystanie elementów sztucznej inteligencji do wykrywania użytkownika budynku, jego zachowań i preferencji w nastawach wartości parametrów komfortu mikroklimatycznego. Profil taki może być wykorzystany przez system BMS do sterowania systemami automatyki budynkowej gwarantującymi użytkownikowi odczucie komfortu mikroklimatycznego przy jednoczesnej minimalizacji kosztów realizacji. Uwzględnianie profili użytkowników gwarantuje możliwość realizacji inteligentnych algorytmów sterowania, które do optymalnego sterowania wykorzystują profile wszystkich osób przebywających w danej strefie lub pomieszczeniach budynku.

Słowa kluczowe: inteligentny budynek, sztuczna inteligencja, BMS, profil użytkownika budynku

FLEXIBLE BUILDING USER PROFILING SYSTEM USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE ELEMENTS

Abstract: The paper presents a proposal for a flexible system for profiling people who are users of intelligent buildings. It was proposed to use elements of artificial intelligence to detect the building user, his behaviour and preferences in the settings of microclimatic comfort parameters. Such a profile can be used by the BMS to control building automation systems that guarantee the user's feeling of microclimatic comfort while minimising implementation costs. Taking into account the users' profiles guarantees the possibility of implementing intelligent control algorithms, which use the profiles of all people present in a given zone or rooms of the building for optimal control.

Keywords: intelligent building, artificial intelligence, BMS, profile of building user

automatyki budynkowej umożliwia kontrolę działania instalacji technicznych oraz sterowanie w sposób najbardziej wydajny i oszczędny dla użytkownika. Realizacja optymalnego zarządzania zużyciem energii w budynku jest zadaniem trudnym. Wynika to między innymi z faktu zmiennych zachowań użytkowników budynku. Użytkownik może w dowolnej chwili zażądać podwyższenia lub obniżenia temperatury powietrza w pomieszczeniu, co spowoduje uruchomienie systemu grzewczego lub instalacji klimatyzacji. Użytkownik

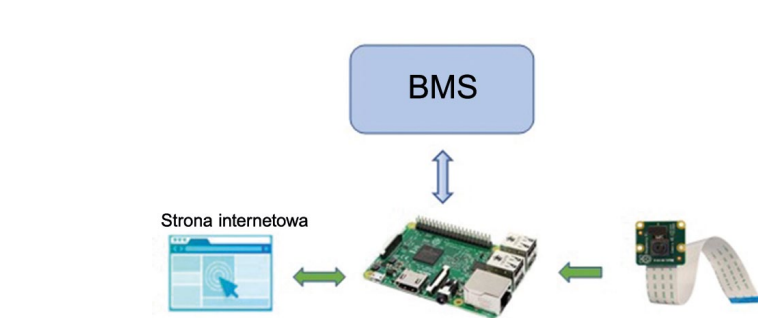
może także, zgodnie z własnym życzeniem, włączyć lub wyłączyć oświetlenie, użyć zasłony lub rolety w zależności od nastroju. Kompleksowe zarządzanie zużyciem energii w budynku wymaga zatem od systemu automatyki budynkowej współpracy wielu podsystemów sterujących instalacjami budynkowymi. Do optymalnego działania każdego z podsystemów można wykorzystać algorytmy sterowania opracowane i dostrajane na bazie pozyskiwanej i gromadzonej wiedzy eksperckiej. Takie rozwiązanie wiąże się niestety z koniecznością ponoszenia

kosztów generowanych przez osoby, które na bieżąco będą korygowały poprawność działania podsystemów i gwarantowały ich optymalne działanie. Dodatkowym utrudnieniem jest dbanie o unikanie wzajemnych konfliktów w sterowaniu wybranymi podsystemami – np. odpowiednie działanie w tym samym czasie instalacji grzewczej i chłodzącej. Aby zapobiec wymienionym problemom, coraz częściej wykorzystuje się zaawansowane techniki zintegrowanego sterowania, które optymalizują działanie wszystkich elementów odpowiedzialnych za zużycie energii przez instalacje budynkowe [3, 4]. Techniki te bazują na metodach zaczerpniętych ze sztucznej inteligencji, m.in. na logice rozmytej, sieciach neuronowych, algorytmach genetycznych oraz uczeniu maszynowym [5]. Dzięki elementom sztucznej inteligencji możliwe stało się wykrywanie użytkownika budynku. Na bazie obserwacji zachowań użytkownika można budować jego profil, który może wskazywać na sposób optymalnego sterowania instalacjami budynkowymi.

W dalszej części opracowania przedstawiona zostanie propozycja elastycznego systemu profilowania użytkownika budynku z wykorzystaniem elementów sztucznej inteligencji, pozwalającego w sposób jednoznaczny identyfikować użytkownika i w konsekwencji gwarantować mu odczucie komfortu mikroklimatycznego.

2. Koncepcja systemu automatycznej identyfikacji użytkownika budynku

Wraz z powstawaniem coraz bardziej zaawansowanych technicznie budynków, oferujących możliwości wprowadzania przez użytkowników indywidualnych nastaw dla instalacji budynkowych w wybranych strefach lub pomieszczeniach, pojawiła się koncepcja automatyzacji procesu dostosowywania odczucia poziomu komfortu mikroklimatycznego do indywidualnych wymagań osób. Inteligentny budynek powinien posiadać



Rys. 1. Schemat komunikacji pomiędzy urządzeniami i interfejsem oraz systemem BMS

zdolność oferowania każdemu z użytkowników odczucia komfortu zgodnie z jego indywidualnymi preferencjami. W celu zautomatyzowania procesu niezbędne jest odpowiednie rozpoznawanie użytkownika oraz zbieranie informacji o jego zachowaniach w celu budowy profilu i wykorzystywania go do wspomaganie procesu optymalnego sterowania instalacjami budynkowymi. Proces taki nazywa się adaptacyjnym uczeniem się zachowań użytkownika. Opracowanie pełnego profilu zachowań użytkownika budynku przyczynia się do sytuacji, w której instalacje budynkowe będą w stanie zapewnić każdemu z osobna odczucie pełnego komfortu przebywania w danej strefie lub pomieszczeniu w budynku. Do wykrywania i identyfikowania użytkownika budynku można wykorzystywać zarówno urządzenia będące na wyposażeniu inteligentnego budynku, czyli instalacje kontroli dostępu i karty elektroniczne używane przez osoby przebywające w budynku, lub prywatnych urządzeń mobilnych, które używane są dzisiaj praktycznie przez wszystkich. Kolejną skuteczną metodą jest wykrywanie użytkownika na podstawie analizy obrazu z kamer. Wadą tego typu rozwiązania jest jednak cena systemu wizyjnego składającego się często z wielu kamer zainstalowanych w niewralgicznych miejscach budynku. Skuteczną metodą na obniżenie ceny systemu działającego w oparciu o analizę obrazu może być wykorzystanie

elementów sprzętowych ogólnodostępnych, np. budynkowego systemu telewizji przemysłowej oraz otwartego oprogramowania do wspierania procesu identyfikacji użytkownika. Na rynku dostępne są również dedykowane komputery wbudowane wyposażone w procesory graficzne wspomagające obróbkę obrazu, pozwalające na równoległą analizę strumieni wideo z kilku podłączonych jednocześnie kamer.

3. Automatyczna identyfikacja użytkownika i profilowanie jego zachowań w budynku

Głównym założeniem systemu profilowania jest jego zdolność do wykrywania użytkownika za pomocą kamery i elementów sztucznej inteligencji wspomagających proces identyfikacji osoby [6]. W celu obniżenia kosztów proponowane jest wykorzystanie komputera wbudowanego Raspberry Pi, na którym analizowany będzie obraz pozyskiwany ze współpracującej z nim jednej lub kilku kamer dedykowanych lub kamer IP z komunikacją Wi-Fi. Na rysunku 1 przedstawiono podstawowy schemat działania systemu identyfikacji użytkownika budynku z możliwością komunikacji z systemem BMS (ang. *Building Management System*).

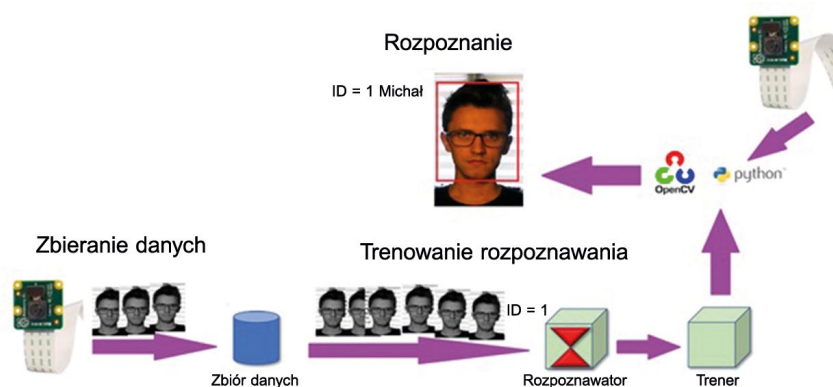
Obraz pozyskiwany z kamery jest przesyłany do komputera wbudowanego Raspberry Pi, na którym realizowany jest proces identyfikacji wykrytej osoby [7]. Aplikacja webowa jest interfejsem

reklama



ROBOTYKA.PL

centrum polskiej robotyki



Rys. 2. Schemat procesu rozpoznawania twarzy

pośredniczącym między człowiekiem a aplikacją. Program działający na komputerze wbudowanym po identyfikacji użytkownika archiwizuje jego zachowania. Archiwizowane są oddziaływania użytkownika na instalacje budynkowe, takie jak: włączanie lub wyłączanie oświetlenia, wentylacja pomieszczenia, zmiany natężenia oświetlenia, zmiany nastaw temperatury powietrza i inne działania. Dane te przesyłane są do centralnego systemu zarządzania instalacjami budynkowymi – do systemu BMS, który bezpośrednio oddziałuje na instalacje budynkowe i może korelować sterowanie instalacjami z zachowaniami użytkownika.

Kamera umieszczona w miejscu gwarantującym odpowiednie pole widzenia rejestruje obraz i przesyła go do komputera wbudowanego, który na bazie elementów sztucznej inteligencji dokonuje identyfikacji użytkownika budynku. Proces rozpoznawania twarzy osoby został przedstawiony schematycznie na rysunku 2.

Proces można podzielić na trzy etapy. Pierwszy etap to zbieranie danych poprzez rejestrowanie obrazu. Etap ten realizowany jest ręcznie lub w sposób zautomatyzowany, gdzie fotografie generowane są w nastawianych odstępach czasu lub po wykryciu ruchu. Domyślnie system może rejestrować szybko wykonywane 30 zdjęć twarzy. Drugi etap to wytrenowanie, które bazuje na bibliotece open source OpenCV [8]. Biblioteka zawiera zoptymalizowane algorytmy wykorzystujące klasyczne i zaawansowane metody uczenia maszynowego. Biblioteka jest użyteczna nie

tylko w procesach wykrywania osób, ale także do identyfikowania określonych obiektów lub śledzenia ruchu obiektów. Wynikiem wytrenowania jest plik zawierający dane potrzebne do prawidłowej identyfikacji osób. W ostatnim, trzecim etapie kamera w czasie rzeczywistym monitoruje otoczenie, a po wykryciu twarzy próbuje zidentyfikować osobę, odwołując się do bazy fotografii twarzy rozpoznawalnych. Jeżeli identyfikacja zakończy się powodzeniem, system informuje o identyfikatorze, który jednoznacznie wskazuje na daną osobę.

Innym sposobem na jednoznaczne identyfikowanie użytkownika budynku jest wykorzystywanie istniejących w inteligentnych budynkach systemów kontroli dostępu do pomieszczeń. Rozwiązanie to jest jednak ograniczone do użytkowników posiadających elektroniczny identyfikator. Każdy z użytkowników, używając karty elektronicznej do wejścia do danej strefy lub pomieszczenia, jest wykrywany i identyfikowany, a jego zachowania zostają zapamiętywane w systemie zarządzania instalacjami budynkowymi. Dzięki identyfikacji system automatyki budynkowej może w sposób optymalny zarządzać instalacjami budynkowymi i w sposób efektywny zapewnić użytkownikowi odczucie komfortu mikroklimatycznego w strefie jego przebywania.

Kolejnym sposobem na identyfikowanie osób przebywających w budynku jest wykorzystywanie urządzeń mobilnych używanych przez osoby wchodzące do budynku i w nim przebywające. Zainstalowana aplikacja mobilna może komunikować się z miniaturowymi urządzeniami zamontowanymi w charakterystycznych

miejscach wewnątrz budynku, zwanymi *beaconami*. Dzięki odpowiedniej aplikacji mobilnej komunikującej się z danym *beaconem* można określić położenie użytkownika i łatwo go zidentyfikować. Rozwiązanie to nie gwarantuje jednak automatyzacji procesu rozszerzania bazy wiedzy o kolejnych użytkownikach z racji ograniczeń wynikających z konieczności instalacji specjalnej aplikacji do identyfikacji.

Przedstawione wybrane sposoby automatycznej identyfikacji użytkownika budynku mają za zadanie, oprócz wykrywania osoby, realizować także profilowanie użytkownika poprzez rejestrację jego indywidualnych zachowań oraz preferencji w zakresie parametrów mikroklimatu. Profil użytkownika budynku jest niezbędny do wspomaganie procesu optymalnego sterowania instalacjami budynkowymi, gdzie wraz z zapewnieniem komfortu mikroklimatycznego gwarantowana będzie minimalizacja kosztów realizacji sterowania instalacjami budynkowymi.

5. Możliwości wykorzystania elastycznego systemu profilowania użytkownika budynku z elementami sztucznej inteligencji

Po wykryciu wejścia osoby do budynku, dysponując profilem użytkownika, system BMS powinien optymalnie wysterować instalacjami budynkowymi, aby zagwarantować odczucie komfortu mikroklimatycznego przy minimalnych kosztach jego realizacji. Realizacja optymalnego sterowania nie jest zadaniem łatwym, szczególnie w sytuacji, gdy w danej strefie lub pomieszczeniu przebywa większa liczba osób o odmiennych preferencjach wartości parametrów mikroklimatycznych. Do wspomaganie sterowania można wykorzystać techniki bazujące na sztucznej inteligencji. Przykładem może być wykorzystanie sztucznej sieci neuronowej, która na bazie modeli zachowań użytkowników i ich preferencji decyduje o sposobie i jakości funkcjonowania instalacji budynkowych. Wdrażanie algorytmów sterowania wykorzystujących elementy sztucznej inteligencji można realizować z wykorzystaniem specjalistycznych środowisk programistycznych, które coraz częściej

osadzane są na ogólnodostępnych platformach informatycznych. Opracowanie skalowalnego modelu systemu uczącego się można przeprowadzić w dostępnych darmowych środowiskach, które potrafią pracować na zestawach danych o dowolnej wielkości. Wytrenowane modele są praktycznie natychmiast gotowe do implementacji w systemach zarządzania budynkami. Jedną z możliwości jest wykorzystanie biblioteki *open source* TensorFlow oferowanej przez Google [9]. Biblioteka może być używana w wielu językach programowania, a jej implementacja gwarantuje efektywne wykorzystanie różnego rodzaju architektur sprzętowych. Dodatkową zaletą TensorFlow jest możliwość przenoszenia wytrenowanych modeli pomiędzy różnymi środowiskami programistycznymi i środowiskami uruchomieniowymi, co jest istotne w kontekście zastosowań w specyficznych, często różniących się między sobą systemach automatyki budynkowej. Biblioteka ta pozwala na budowę sieci neuronowych, które odnajdują wzorce i korelacje danych, umożliwiając optymalne sterowanie systemami budynkowymi w każdej możliwej sytuacji i według różnych scenariuszy. Odpowiednio wytrenowana sieć neuronowa jest w stanie podejmować decyzje, które gwarantują optymalizację procesu dostarczania komfortowych warunków dla osób przebywających w budynkach.

5. Podsumowanie

Rozwój w dziedzinie informatyki i sztucznej inteligencji spowodował powstanie wielu uniwersalnych otwartych platform programistycznych, które pozwalają na prototypowanie i testowanie możliwości wdrażania inteligentnych algorytmów sterowania w dziedzinie


optymalnego zarządzania inteligentnym budynkiem. Do optymalnego sterowania instalacjami budynkowymi niezbędne jest dysponowanie profilami użytkowników, które wskazują na zachowania oraz indywidualne preferencje osób przebywających w pomieszczeniach. Do budowy profili niezbędne jest identyfikowanie użytkowników, które może być wspomagane sztuczną inteligencją. Opracowane profile zidentyfikowanych osób stanowią cenne źródło danych wejściowych dla inteligentnych algorytmów sterowania instalacjami budynkowymi. Postępujący rozwój w dziedzinie sztucznej inteligencji oraz możliwości implementacji gotowych bibliotek na różnych platformach programistycznych umożliwiają włączanie podsystemów automatycznej identyfikacji i wspomaganie optymalnego sterowania do funkcjonujących systemów BMS. Rozwiązania takie zwiększają funkcjonalność automatyki budynkowej oraz podnoszą komfort użytkownika budynku. Zwalniają użytkownika z konieczności ręcznej korekty nastaw parametrów środowiska wewnątrzbudynkowego z jednoczesną gwarancją minimalizacji kosztów funkcjonowania automatyki budynkowej.

Literatura

- [1] FANGER P.O., POPIOLEK Z., WARGOCKI P.: *Środowisko wewnętrzne. Wpływ na zdrowie, komfort i wydajność pracy*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2003.
- [2] NOWAK M., URBANIAK A.: *Rozwój automatyki. Cz. 1. Inteligentne miasta. Automatyka budynkowa*. „Builder” 6/2018.
- [3] NOWAK M., URBANIAK A.: *Rozwój systemów automatyki i zarządzania w budynkach* [w:] *Innowacyjne*

wyzwania techniki budowlanej, CZARNECKI L. (RED.), Wyd. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2017.

- [4] NOWAK M., URBANIAK A.: *LPWAN – inteligentne sieci niskoenergetyczne. Inteligentne miasta. Technologie informacyjno-komunikacyjne*. „Builder” 11/2019.
- [5] TADEUSIEWICZ R.: *Archipelag sztucznej inteligencji. Cz. 1. „Napędy i Sterowanie”* 12/2020.
- [6] TADEUSIEWICZ R.: *Archipelag sztucznej inteligencji. Cz. 2. „Napędy i Sterowanie”* 1/2021.
- [7] Raspberry Pi Model 3B. Single-board computer with wireless LAN and Bluetooth connectivity (on-line), <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/> (dostęp: 07.06.2021).
- [8] Open CV. Online documentation. Tutorials. (online), <https://opencv.org> (dostęp: 07.06.2021).
- [9] TensorFlow – open-source platform for machine learning. Open-source library TensorFlow. (online), <https://www.tensorflow.org> (dostęp: 07.06.2021).

 dr inż. Mariusz Nowak – adiunkt w Instytucie Informatyki na Wydziale Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej, e-mail: Mariusz.Nowak@put.poznan.pl

inż. Michał Kosnowski – student kierunku Informatyka na Wydziale Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej, specjalność Internet Przedmiotów, e-mail: michal.kosnowski@student.put.poznan.pl

WYDARZENIA

● Antaisolar prezentuje SPACE – największy na świecie tracker słoneczny – podczas Targów SNEC 2021

Antaisolar, czołowy producent systemów montażowych dla całego łańcucha dostaw w branży fotowoltaicznej, uczcił 15. rocznicę powstania firmy premierą najnowszego trackera słonecznego

SPACE, która odbyła się podczas Targów SNEC. SPACE, reklamowany pod hasłem: „Niepowtarzalność, inteligencja, wydajność, nieskończoność”, to najdłuższy na świecie jednorzędowy niezależny jednoosiowy system nadążny, który można wydłużyć do ponad 4 odcinków na maksymalną długość 240 m. Zapewnia

on oszczędność kosztów systemu montażowego instalacji fotowoltaicznej na poziomie nawet 18%. Tym samym jest to optymalne rozwiązanie dla dużych elektrowni słonecznych położonych na płaskim terenie, wykazujące się lepszym przystosowaniem do pracy robotów czyszczących. Źródło: Antaisolar

Wpływ zastosowanej technologii i materiałów budowlanych na propagację fali elektromagnetycznej

Agnieszka Choroszucho, Jakub Tymiński, Damian Orzechowski

Streszczenie: W artykule został przedstawiony wpływ konstrukcji pomieszczenia na rozkład pola elektromagnetycznego. Wykonana analiza dotyczyła modelu pomieszczenia, w którym zastosowano dwa rodzaje ścian (wykonana z cegieł lub z żelbetu), które zależne są od projektu i zastosowanej technologii budowlanej. Wyniki odniesiono do pomieszczenia o tych samych wymiarach, ale bez wewnętrznej ściany (dzielącej pomieszczenia). Uwzględniono materiał jednorodny (cegłę) oraz złożony (beton wraz ze zbrojeniem). Do analizy numerycznej zastosowano metodę różnic skończonych w dziedzinie czasu (*Finite Difference Time Domain*, FDTD). Analiza dotyczyła częstotliwości stosowanej w sieciach bezprzewodowych (Wi-Fi). Wnioski wskazują, że przy podejściu makroskopowym ściany wykonane z materiału jednorodnego w przewidywalny sposób obniżają jakość sygnału. Natomiast materiał niejednorodny (żelbet) może tworzyć zaniki sygnału bądź podwyższać wartości pola E. Struktury niejednorodne wymagają dokładniejszej i wielowariantowej analizy ze względu na złożoność i różnorodność parametrów materiałowych. Celem analizy jest dokładniejsze zrozumienie zachodzących zjawisk polowych wewnątrz złożonych z różnych materiałów budowlanych pomieszczeń, co jest niezbędne przy współczesnej technologii związanej z inteligentnymi budynkami. Wyniki mogą stanowić źródło wiedzy przy ocenie problemów związanych z zanikami sygnału i wpłynąć na polepszenie jakości przesyłanych danych przy bezprzewodowej komunikacji.

Słowa kluczowe: materiały budowlane, komunikacja bezprzewodowa, propagacja fali elektromagnetycznej, metoda różnic skończonych w dziedzinie czasu (FDTD)

🇬🇧 THE INFLUENCE OF USED TECHNOLOGY AND BUILDING MATERIALS ON THE PROPAGATION OF ELECTROMAGNETIC WAVE

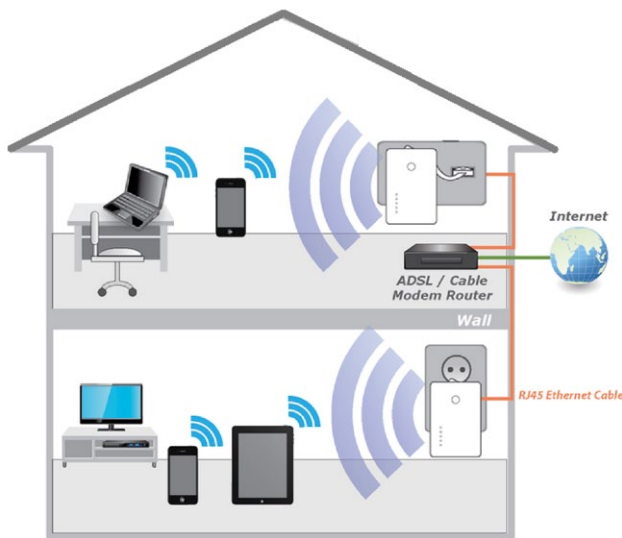
Abstract: The article presents the influence of the room structure on the distribution of the electromagnetic field. The performed analysis concerned a model of a room in which two types of walls were used (made of bricks or reinforced concrete), which depend on the design and the construction technology used. The results were related to a room with the same dimensions but without an inner wall (dividing the rooms). The homogeneous material (brick) and composite material (concrete with reinforcement) were taken into account. The Finite Difference Time Domain (FDTD) method was used for numerical analysis. The analysis concerned the frequency used in wireless networks (Wi-Fi). The conclusions show that with the macroscopic approach, walls made of homogeneous material predictably degrade signal quality. On the other hand, non-homogeneous material (reinforced concrete) may create signal fading or increase the E-field values. Non-homogeneous structures require more precise and multi-variant analysis due to the complexity and variety of material parameters. The aim of the analysis is to better understand the field phenomena occurring inside rooms composed of various building materials, which is necessary in modern technology related to intelligent buildings. The results can be a source of knowledge when assessing problems related to signal fading and improve the quality of data transmitted in wireless communication.

Keywords: building materials, wireless communications systems, electromagnetic wave propagation, finite difference time domain method (FDTD)

Wprowadzenie

Wciąż rozwijane nowe technologie budowlane oraz systemy komunikacji bezprzewodowej wymagają dokładnej analizy zachodzących zjawisk fizycznych przy propagacji fali elektromagnetycznej (EM) przez złożone struktury konstrukcyjne. Zastosowanie fal EM o coraz wyższych częstotliwościach oraz wzrost liczby nadajników wpływa na odbiór przesyłanych sygnałów z wcześniej rozlokowanych stacji. Analiza propagacji fal w zakresie wielkich częstotliwości (np. *Wireless Fidelity*, Wi-Fi) wiąże się z koniecznością badania zjawisk związanych

z oddziaływaniem pola EM i materiałów budowlanych o różnych właściwościach. Stosowanie nowoczesnych systemów komunikacji bezprzewodowej wymaga analizy jakości transmisji danych [2, 6, 8]. Dyfrakcja czy interferencja są wciąż tematem badań mających na celu jak najdokładniejsze określenie rozkładu natężenia pola wewnątrz projektowanych pomieszczeń. Analiza pola EM wymaga również rozpatrzenia efektów związanych z ugięciami, wielokrotnymi odbiciami czy tłumieniem fali na obszarach o zróżnicowanej zabudowie. Wskazane zjawiska



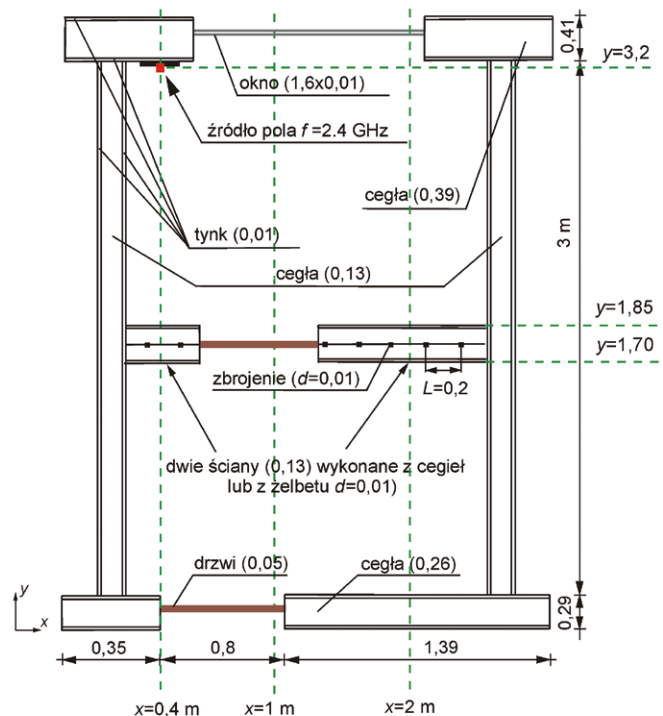
Rys. 1. Przykłady zastosowań komunikacji bezprzewodowej typu Wi-Fi [3]

są efektem rozchodzenia się fal w strukturach zawierających elementy metalowe i zbudowane z niedoskonałych dielektryków (np. beton, gazobeton, różne odmiany cegieł). Występują w nich złożone układy, zawierające struktury periodyczne oraz elementy o szczególnych właściwościach materiałowych i nietypowej geometrii. Konstrukcja odpornych, stabilnych i o oczekiwanych właściwościach sieci komunikacji bezprzewodowej wymusza już na etapie projektowania systemu uwzględnienie konstrukcji budynków i złożonych struktur materiałowych występujących na drodze między nadajnikiem a odbiornikiem. Wskazane problemy są szczególnie widoczne w przypadku sieci bezprzewodowych Wi-Fi o małym zasięgu stosowanych w inteligentnych budynkach. Uwzględnienie nowych konstrukcji (np. dobudówka), jak również już istniejących budynków ma znaczenie przy rozmieszczaniu stacji (np. *Access Point*, AP). Ta technologia pozwala na przesyłanie danych między komputerami, wspólne użytkowanie jednego szerokopasmowego połączenia, łączenia się z serwerem bez konieczności instalowania przewodów (rys. 1) [3, 5].

Celem badań jest ocena rozkładu natężenia pola wewnątrz pomieszczenia wykonanego przy użyciu trzech rodzajów konstrukcji budowlanych. Porównano wartości natężenia pola elektrycznego uzyskane z modelu bez dodatkowej ściany dzielącej pomieszczenia z dwoma wariantami ścian (żelbet, cegła). Analiza pokazuje wpływ jednorodnego materiału budowlanego (cegły pełne) oraz złożonego (konstrukcja betonowa wraz ze zbrojeniem o różnych średnicach) na wartości natężenia pola w rozpatrywanym pomieszczeniu. Otrzymane wnioski w przyszłości pozwolą dokonywać optymalnego projektowania lokalizacji źródeł pola w złożonych konstrukcjach, m.in. zawierających zbrojenie, które mimo współczesnych rozwiązań jest nadal podstawą konstrukcji (szkieletem).

Konstrukcja i założenia analizowanego modelu

Przedmiotem analizy były modele bazujące na technologiach stosowanych w budownictwie. Oceniano rozkład pola



Rys. 2. Geometria pomieszczenia

elektromagnetycznego w pomieszczeniu zawierającym elementy betonowe i ceramiczne oraz przy niezmienionej geometrii zastosowano zbrojenie w ścianach.

Geometria i właściwości ścian nie ulegały zmianom. Przyjęto przy tym trzy warianty konstrukcji pomieszczenia (rys. 2):

- m1: model bez dzielącej ściany;
- m2: model zawierający dwie dzielące ściany wykonane z cegieł pełnych wraz z zamieszczonymi pomiędzy nimi drewnianymi drzwiami;
- m3: model z drzwiami oraz dwiema dzielącymi ścianami wykonanymi z żelbetu ($d = 0,01$ m; $L = 0,2$ m).

W każdym z rozpatrywanych wariantów wpisano punktowe źródło pola generujące falę harmoniczną o częstotliwości $f = 2,4$ GHz. Lokalizacja źródła została przedstawiona na rys. 2, gdzie również zaznaczono prostokątną płytkę ($0,2 \times 0,4 \times 0,15$ m) o właściwościach dielektryka, na której znajdowało się źródło. Wprowadzenie dodatkowego elementu (płytki) miało na celu odwzorowanie konstrukcji urządzenia do komunikacji bezprzewodowej.

Metoda FDTD

Do wyznaczenia rozkładu pola EM wykorzystano metodę różnic skończonych w dziedzinie czasu (ang. *Finite Difference Time Domain*, FDTD) [1, 10]. Metoda FDTD oparta jest na przekształceniu równań Maxwella:

$$\nabla \times \vec{E} = -\mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{H} = \sigma \vec{E} + \varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (2)$$

do postaci różnicowej. Rozkład pola w analizowanym obszarze jest obliczany przez zastosowanie metod bezpośredniego różniczkowania w czasie i przestrzeni. Stąd w układzie współrzędnych prostokątnych np. składową E_x określa się na podstawie zależności

$$\frac{\partial E_x}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} \right) \quad (3)$$

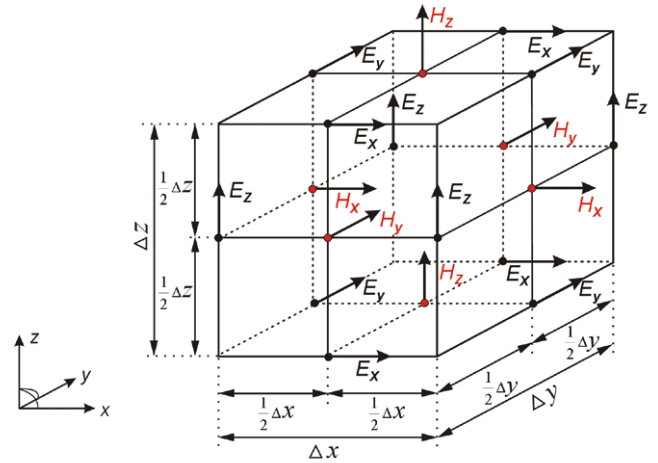
W przestrzeni schemat różnicowy jest realizowany przez właściwe rozmieszczenie wektorów natężenia pola elektrycznego i magnetycznego w ramach każdej komórki. Wektory natężenia pola elektrycznego skojarzonego z komórką Yee są zaczepione w środkach odpowiednich krawędzi, natomiast wektory natężenia pola magnetycznego – w środkowych punktach ścian bocznych (rys. 3). Z każdą komórką związane są parametry materiału, m.in. przenikalność elektryczna ($\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$), przenikalność magnetyczna (μ) i konduktywność (σ), gdzie ε_0 oznacza przenikalność elektryczną próżni ($8,8541 \cdot 10^{-12}$ F/m).

Całkowanie równań Maxwella w dziedzinie czasu oparte jest na zastosowaniu schematu dwukrokowego. W wybranych chwilach czasu, w których wyznacza się rozkład pola elektrycznego, wartości składowych wektora natężenia pola magnetycznego są przesunięte o czas $\Delta t/2$ względem nich. Wyznaczenie składowych wektorów natężenia pola elektrycznego: E_x, E_y, E_z jest możliwe dzięki wcześniejszemu obliczeniu składowych wektorów natężenia pola magnetycznego: H_x, H_y, H_z w poprzednim kroku czasowym algorytmu oraz poprzednie wartości składowych wektorów natężenia pola elektrycznego E_x, E_y, E_z . Opisany ciąg kroków został nazwany procesem przeskoku w czasie (*leap-frog*) (rys. 4).

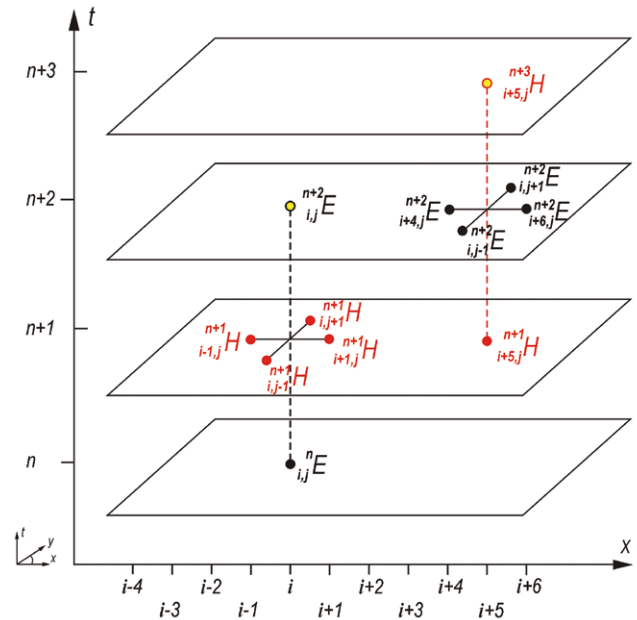
Rozmiar komórki Yee określa przyrost w przestrzeni Δ . W przypadku trójwymiarowym, jeżeli przyjmuje się, że komórka Yee jest sześcienna, gdzie $\Delta = \Delta x = \Delta y = \Delta z$, to odległości pomiędzy odpowiednimi składowymi natężenia pola elektrycznego i magnetycznego wynoszą $0,5\Delta$. W wyniku aproksymacji pochodnych cząstkowych otrzymuje się równanie Maxwella w postaci różnicowej. Równanie (3) przyjmuje postać:

$$\begin{aligned} \frac{E_x|_{i,j+1/2,k+1/2}^{n+1/2} - E_x|_{i,j+1/2,k+1/2}^{n-1/2}}{\Delta t} = \\ = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{H_z|_{i,j+1,k+1/2}^n - H_z|_{i,j,k+1/2}^n}{\Delta y} - \right. \\ \left. - \frac{H_y|_{i,j+1/2,k+1}^n - H_y|_{i,j+1/2,k}^n}{\Delta z} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

która po przekształceniu pozwala wyznaczyć wartość składowej wzdłuż osi x natężenia pola elektrycznego w punkcie obserwacji ($i, j+1/2, k+1/2$) w czasie $(n+1/2)$ na podstawie obliczonych składowych pola elektromagnetycznego w poprzedzających



Rys. 3. Schemat komórki Yee w metodzie FDTD



Rys. 4. Wyznaczenie wartości składowej E_z w kroku $n+1$ w algorytmie FDTD

chwilach t , w odpowiednich punktach przestrzeni [1, 9–10]. Odpowiedni dobór parametrów schematu różnicowego (w czasie Δt i przestrzeni $\Delta x, \Delta y, \Delta z$) decyduje o zachowaniu stabilności metody FDTD, jak i dokładności otrzymanych rozwiązań. Zatem warunek Courant-Friedrichs-Lewy (CFL), określający zależność pomiędzy minimalną wartością kroku czasowego Δt a największym rozmiarem komórki Yee ($\Delta x, \Delta y, \Delta z$), przy założeniu, że siatka była złożona z elementów sześciennych $10 \times 10 \times 10$ mm, został spełniony [9, 10]. W rozważanych układach zostały wykorzystane absorpcyjne warunki brzegowe Mura pierwszego rzędu (ABC) [1, 9, 10].

Opis modelu numerycznego

Rozmiar równomiernej komórki Yee przyjęto $\Delta_x \times \Delta_y \times \Delta_z = 0,01 \times 0,01 \times 0,01$ m. Każdy z modeli zawierał 5 070 000 komórek Yee . Materiały występujące w układzie charakteryzują się następującymi właściwościami [2, 6–8]:

- beton: $\varepsilon_r' = 5$; $\sigma = 1,95 \cdot 10^{-3}$ S/m;
- cegła: $\varepsilon_r' = 4,44$; $\sigma = 0,01$ S/m;
- tynk: $\varepsilon_r' = 2,02$; $\sigma = 0$ S/m;
- szkło: $\varepsilon_r' = 5$; $\sigma = 0,12$ S/m;
- drewno: $\varepsilon_r' = 2,5$; $\sigma = 0,003$ S/m.

Ilościowa analiza wyników była prowadzona w płaszczyźnie XY i o 0,5 m poniżej lokalizacji źródła pola. Analizowano rozkład pola wzdłuż trzech prostych równoległych do osi OY (oznaczonych zieloną linią przerywaną 4 b):

- $x = 0,4$ m – w miejscu lokalizacji źródła pola;
- $x = 1$ m, w odległości 0,6 m od źródła pola;
- $x = 2$ m, w odległości 1,6 m od punkтового źródła pola.

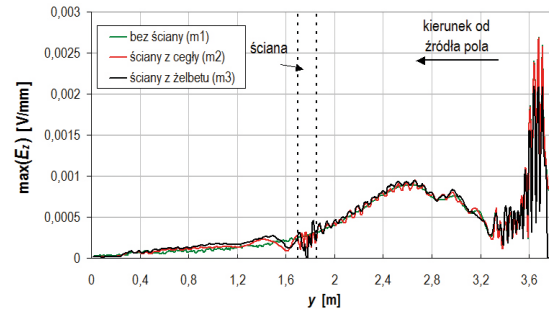
Wyniki analizy

Ocenę rozkładu pola elektromagnetycznego uzyskano przy zastosowaniu metody FDTD. Dokonano porównania rozkładu natężenia pola elektromagnetycznego w stanie ustalonym oraz dla tej samej chwili czasowej. Na rys. 4–6 przedstawiono rozkłady natężenia pola elektrycznego wewnątrz analizowanych trzech konstrukcji (m1, m2, m3).

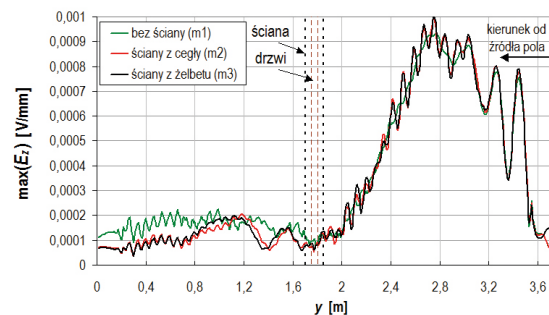
Rysunek 5 przedstawia rozkład maksymalnych wartości składowej E_z wzdłuż prostej $x = 0,4$ m w płaszczyźnie XY znajdującej się 0,5 m poniżej lokalizacji punkowego źródła pola. Analiza wartości $\max(E_z)$ w części pomieszczenia ze źródłem pola ($y \in (1,85; 3,3)$ m) wykazała, że najmniej minimum i maksimum w rozkładzie natężenia pola występuje w modelu bez ściany działowej (m1). Natomiast w przypadkach ściany żelbetowej występuje większa nierównomierność w rozkładzie pola elektrycznego.

Na podstawie oceny rozkładu $\max(E_z)$ w części pomieszczenia bez źródła pola ($y < 1,7$ m) najniższe wartości otrzymano w modelach zawierających ściany (m2, m3). W modelach zawierających ściany, w analizowanym obszarze za ścianą wartości pola są porównywalne (rys. 6). Charakterystyki prezentowane na rys. 6 (wzdłuż prostej $x = 1$ m) pokazują, że w obszarze za drzwiami ($y < 1,75$ m) wartości pola elektrycznego w konstrukcjach złożonych z dwóch ścian są zbliżone. Oznacza to, że efekty pośredniego przejścia fali przez ściany działowe (cegła, żelbet) są mało istotne. Wraz ze wzrostem odległości od źródła pola ($y < 0,8$ m) najwyższe wartości składowej E_z występują w konstrukcji bez ściany (m1).

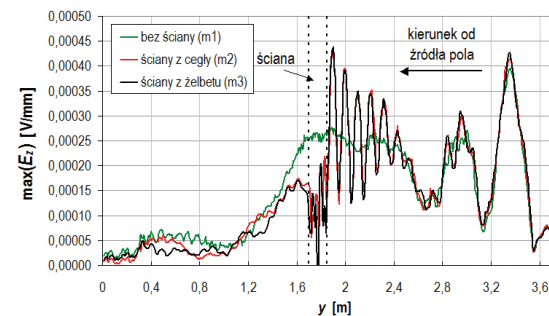
Rysunek 7 przedstawia rozkład maksymalnych wartości składowej E_z w płaszczyźnie XY znajdującej się poniżej lokalizacji źródła pola, wzdłuż prostej $x = 2$ m. Na skutek odbić od ściany, w części obszaru ze źródłem pola ($y \in (1,85; 2,4)$ m), widoczne są liczne minima i maksima o zbliżonych wartościach natężenia pola dla wszystkich wariantów ścian (m2, m3). Natomiast po przejściu fali elektromagnetycznej przez ścianę następuje zmniejszenie wartości analizowanej składowej o 37% względem wartości przed ścianą dla modeli (m2, m3).



Rys. 5. Rozkład natężenia pola (E_z) wzdłuż osi OY dla linii $x = 0,4$ m



Rys. 6. Rozkład natężenia pola (E_z) wzdłuż osi OY dla linii $x = 0,1$ m



Rys. 7. Rozkład natężenia pola (E_z) wzdłuż osi OY dla linii $x = 2$ m

Szczegółowa analiza wpływu konstrukcji ściany na rozkład natężenia pola elektrycznego wykazała, że w obszarze bez źródła pola (za ścianą działową):

- najniższe wartości natężenia pola występowały w konstrukcji ze ścianami (m2, m3);
- wzdłuż prostej $x = 2$ m, w obszarze $y \in (0,8; 1,1)$ m występował lokalny spadek wartości natężenia pola;
- wzdłuż prostej $x = 2$ m wartości natężenia pola elektrycznego w wariantach z drzwiami są porównywalne do wartości otrzymanych dla modelu bez ściany; wynika to z właściwości materiałowych drewna oraz grubości drzwi, które w znikomym stopniu tłumią falę elektromagnetyczną.

Podsumowanie

W ośrodkach materialnych prędkość fali elektromagnetycznej jest zależna od rodzaju ośrodka oraz od częstotliwości fali.

Na skutek absorpcji fala ulega stopniowemu osłabieniu. Nie- wielkie niejednorodności ośrodka (np. zbrojenie) powodują, iż fala ulega częściowemu rozproszeniu praktycznie we wszystkich kierunkach. Przy pobudzeniu sinusoidalnym zastosowana metoda FDTD obrazowo przedstawia procesy falowe. Zastosowanie dyskusowanych metod różnicowych pozwala na jakościową ocenę różnych wariantów, z uwzględnieniem struktury materiałowej i geometrii konstrukcji budowlanych.

Konstrukcja, jak i materiał, z jakiego zostały wykonane ściany, wpływa na rozkład pola elektrycznego. Dzięki odpowiedniej lokalizacji źródła pola elektromagnetycznego (np. AP) i przy uwzględnieniu otaczającej konstrukcji, rodzaju materiałów budowlanych można uzyskać oczekiwany rozkład pola i w ten sposób dążyć do poprawy jakości komunikacji bezprzewodowej.

Analiza dużych układów wymaga zastanowienia się nad zastosowaniem w przyszłości homogenizacji konstrukcji pod względem danych materiałowych w celu np. zmniejszenia kosztów obliczeń związanych ze zmniejszeniem siatki i otrzymaniem dokładniejszych wyników. Zwłaszcza przy wciąż rosnącej tendencji nowych technologii budowlanych oraz materiałów o odpowiednio opracowywanych właściwościach w celu energooszczędności przy wykorzystaniu do inteligentnych budynków.

Literatura

- [1] TAFLOVE A., HAGNESS S.C.: *Computational Electrodynamics: The finite – difference time – domain method*. Boston, Artech House, 2005.
- [2] CUIÑAS I., GARCÍA SÁNCHEZ M.: *Permittivity and Conductivity Measurements of Building Materials at 5,8 GHz and 41,5 GHz*. *Wireless Personal Communications: An International Journal*, vol. 20, no. 1.

- [3] <http://www.edimax.com/edimax/au>.
- [4] DUNTEMANN J.: *Przewodnik po sieciach Wi-Fi*. Nakom, Poznań 2006.
- [5] <http://www.amazon.com>.
- [6] CHOROSZUCHO A., BUTRYŁO B.: *Numeryczna analiza wpływu parametrów elektrycznych ścian wykonanych z betonu na wartości natężenia pola elektrycznego*. „Przegląd Elektrotechniczny” 12/2013.
- [7] PN-EN 771-1:2006 Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 1: Elementy murowe ceramiczne.
- [8] CHOROSZUCHO A., BUTRYŁO B.: *The numerical analysis of the influence conductivity of clinker bricks and the size of their hollows on the distribution of the electromagnetic field*. „Przegląd Elektrotechniczny” 11a/2012.
- [9] SADIKU M.N.O.: *Numerical techniques in electromagnetics*. CRS Press LLC. 2nd edition, 2001.
- [10] ELSHERBENI A.Z., DEMIR V.: *The Finite-Difference Time-Domain Method for Electromagnetics with MATLAB Simulations*. SciTech Publishing, Inc, USA, 2009.

dr inż. Agnieszka Choroszucho, Jakub Tymiński,
Damian Orzechowski, Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny
e-mail: a.choroszucho@pb.edu.pl, jakubtyminskimail@gmail.com,
damian.orzechowsky@outlook.com

artykuł recenzowany

reklama



Darmowa e-prenumerata!

www.nis.com.pl

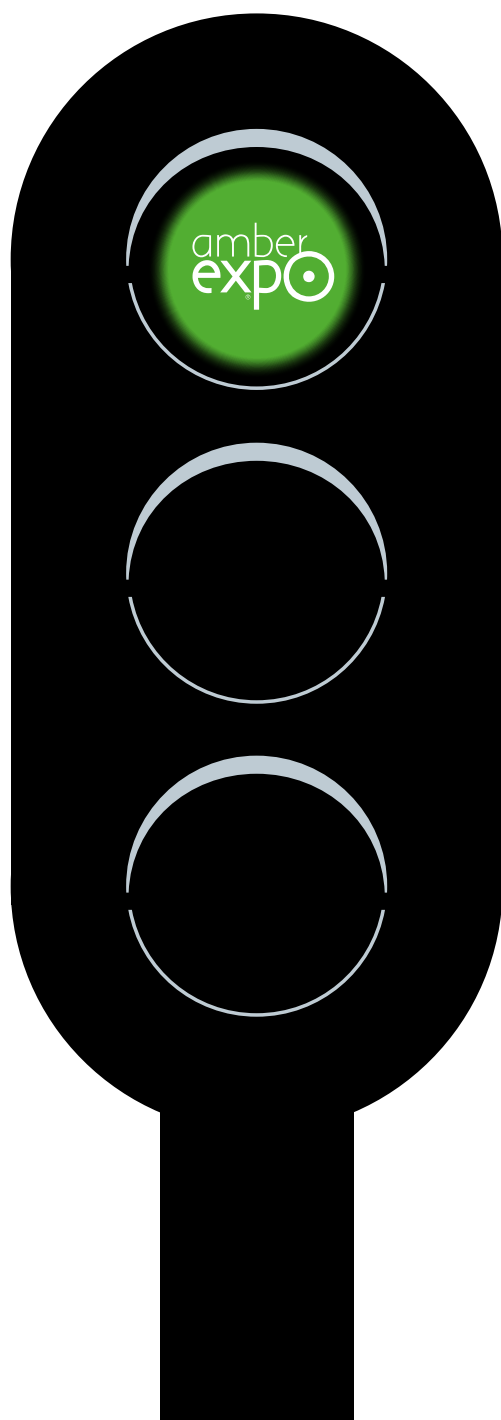
napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny



 14. MIĘDZYNARODOWE TARGI KOLEJOWE

TRAKO

(21–24.09.2021)
GDAŃSK - TRAKOTARGI.PL



Inteligentne instalacje automatyki budynkowej w rewitalizacji obiektów zabytkowych

Marek B. Horyński

Wstęp

Sposób nadzoru i zarządzania sieci elektroenergetycznych zmienia się na przestrzeni lat. Dostawcy energii elektrycznej dążą do maksymalizacji swoich zysków, a to jest osiągane przede wszystkim przez niezawodność dostaw energii i ograniczanie strat związanych z przesyłem [3]. Z podobną sytuacją mamy do czynienia po stronie odbiorców. Dzięki postępowi technologicznemu, który miał miejsce w ostatnich latach, otrzymali oni również szereg rozwiązań umożliwiających energooszczędne zarządzanie budynkami. Proces ten nie ominął miejsc kultu religijnego.

W 1954 roku ukazała się książka autorstwa Abrahama Maslowa, w której rozwija on teorię potrzeb ludzkich. Przedstawił on potrzeby, grupując je pod względem hierarchii, tworząc piramidę potrzeb. Budynek powinien odpowiadać na wszystkie potrzeby człowieka, nie tylko dając mu schronienie, ale i zaspokajając potrzeby wyższe [1, 7, 8, 9].

W celu sprostania wyzwaniom zmieniającej się cywilizacji i zmieniającym się potrzebom ludzkim stare obiekty budowlane lub nawet całe obszary miast i wsi poddawane są rewitalizacji. Pierwsze działania, które obecnie określane są terminem rewitalizacja, miały miejsce w połowie XX wieku w Stanach Zjednoczonych. Pojęcie to od lat 60. XX wieku odnosiło się głównie do działań realizowanych przez lokalną administrację w celu ekonomicznego ożywienia miejskich dzielnic i powiększenia dzięki temu uzyskiwanych z nich dochodów [6, 7, 12].

W ostatnich dziesięcioleciach pojęcie rewitalizacji zaczęto rozumieć szerzej, uwzględniając działania mające na celu ochronę wartości kulturowych i materialnych zabytków.

Rewitalizacja jest pojęciem określającym zespół przedsięwzięć prowadzących do odnowy. Termin pochodzi

z języka łacińskiego – *re+vitia*, co oznacza ‘przywrócenie do życia’, ożywienie. Pojęcie rewitalizacji często jest błędnie stosowane, nadużywane i myłone z: rewaloryzacją, modernizacją, renowacją, konserwacją, remontem. Rewitalizacja jest określeniem nadrzędnym w stosunku do przebudowy, remontu i renowacji. W przypadku budynku sakralnego działania rewitalizacyjne nie mają na celu przekształcenia go w muzeum, lecz ochronę lub odsłonięcie walorów architektonicznych i sakralnych, ważne jest także wykorzystanie i wyeksponowanie mało widocznych, ale istotnych fragmentów wnętrza. W tym miejscu można odnaleźć odniesienie do definicji rewitalizacji proponowanej przez profesora Krzysztofa Skalskiego: „Właściwa definicja określa rewitalizację jako kompleksowy program remontów, modernizacji zabudowy i przestrzeni publicznych, rewaloryzacji zabytków na wybranym obszarze, najczęściej dawnej dzielnicy miasta, w powiązaniu z rozwojem gospodarczym i społecznym. Rewitalizacja to połączenie działań technicznych – jak np. remonty – z programami ożywienia gospodarczego i działaniami na rzecz rozwiązywania problemów społecznych, występujących na tych obszarach: bezrobocie, przestępczość, brak równowagi demograficznej. Niewłaściwe jest więc mówienie o rewitalizacji jednego budynku czy rewitalizacji placu miejskiego, jeśli te działania dotyczą jedynie modernizacji budynków czy rewaloryzacji zabytków”.

Często działaniem podejmowanym w czasie rewitalizacji jest wprowadzenie pasywnych lub aktywnych systemów oszczędzania energii.

Do pasywnych systemów oszczędzania energii zalicza się m.in. [1]:

- ograniczenie strat ciepła w budynku poprzez wykorzystanie materiałów o wysokich parametrach izolacyjnych;

Streszczenie: Artykuł dotyczy zastosowania systemów automatyki budynkowej w rewitalizacji obiektów zabytkowych. Systemy te oferują możliwości zarządzania instalacjami budynkowymi, a dzięki funkcjom zdalnego dostępu do instalacji pozwalają na komfortowe sterowanie urządzeniami. Działania rewitalizacyjne dotyczą obszarów kryzysowych i zdegradowanych, i mają na celu spowodowanie pozytywnej zmiany w danym obiekcie lub obszarze. Rewitalizacja ma charakter kompleksowy, gdyż zawiera obszary: społeczne, gospodarcze, techniczne. Istotne jest również zapewnienie energooszczędności i funkcjonalności instalacji tam występujących. Omówiono problemy występujące w obiektach zabytkowych podczas przywracania ich do stanu pierwotnego.

BUILDING AUTOMATION SYSTEMS IN THE REVITALIZATION OF HISTORIC BUILDINGS

Abstract: Today, modern automation systems spread into new areas of human activity. The article describes the use of bus system KNX/EIB in the sacral buildings. In particular, attention was paid to ensuring standardization system KNX/EIB advantage over other systems. An important aspect of their operation is to ensure the safety, functionality and energy efficiency.

- ogrzewanie obiektu przy wykorzystaniu ciepła słonecznego;
- maksymalizację wykorzystania światła dziennego w oświetleniu budynku;
- chłodzenie budynku przy zastosowaniu wentylacji naturalnej.

Aby umożliwić oszczędzanie energii w obiekcie za pomocą systemów aktywnych, stosuje się urządzenia mechaniczne, fotowoltaiczne oraz systemy automatycznego sterowania. Polega to m.in. na [4, 5]:

- pozyskiwaniu energii ze źródeł odnawialnych za pomocą np. kolektorów słonecznych, turbin wiatrowych, a następnie jej zużytkowanie w formie energii elektrycznej, cieplnej czy mechanicznej;
- automatycznym sterowaniu roletami w zależności od nasłonecznienia pomieszczenia;
- automatycznym sterowaniu systemami HVAC umożliwiającym podgląd i oszczędzanie energii, np. zmniejszenie ogrzewania w nocy bądź gdy użytkownika nie ma w pomieszczeniu;
- automatycznym sterowaniu oświetleniem, np. w zależności od natężenia światła dziennego lub w przypadku nieobecności użytkownika w obiekcie;
- stosowaniu alternatywnych źródeł energii;
- wykorzystaniu systemów hybrydowych, np. wentylacja mechaniczna połączona z naturalną.

Zarządzanie energią w Unii Europejskiej

Zarządzanie energią dotyczy efektywnego gospodarowania energią w każdej możliwej formie. Tym mianem określone są także wymagania pozwalające organizacji na ciągłe dążenie do poprawy efektywności użytkowania energii.

System zarządzania energią zgodnie z normą ISO 50001 jest zbiorem „wzajemnie powiązanych lub współdziałających elementów organizacji, zapewniających ustanowienie polityki energetycznej i celów energetycznych, a także procesów i procedur pozwalających na osiągnięcie tych celów”.

Efektywne zarządzanie energią w oparciu o normę sprzyja refleksjom nad możliwościami optymalizacji wykorzystywanej energii i tym samym obniżeniu kosztów, a także przyczynia się do wzrostu świadomości ekologicznej i społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw [10, 11]. Oszczędzanie energii za pomocą systemu pasywnego i aktywnego umożliwia budynek inteligentny. W tego rodzaju obiektach stosuje się wszelkie możliwości,

by w jak największym stopniu zmniejszyć zużycie energii. Umożliwia osiągnięcie wysokiego komfortu mikroklimatu, jednocześnie maksymalnie oszczędzając energię na ten cel [9, 11]. Do najważniejszych systemów ze względu na oszczędność energii w inteligentnych budynkach zalicza się system sterowania oświetleniem, ogrzewaniem oraz klimatyzacją i wentylacją. Interesującą alternatywą dla instalacji tradycyjnych jest wprowadzenie systemów magistralnych KNX, LCN, LON lub zdobywających coraz większą popularność hybrydowych, czyli przewodowo-bezprzewodowych, lub wyłącznie opartych na rozwiązaniach bezprzewodowych. Do takich rozwiązań zaliczamy np. Fibaro, Tebis TX, Free@Home, QuikLink lub DomatiQ. Pozwalają one często uniknąć zniszczeń w trakcie modernizacji budynków.

Zarządzanie energią związane jest z jednym celem: efektywnym gospodarowaniem energią w każdej możliwej formie. Określone są także wymagania pozwalające organizacji na ciągłe dążenie do poprawy efektywności użytkowania energii.

Konserwacja dóbr kultury

Na przestrzeni wieków działalność budowlana pozostawiła po sobie dużą spuściznę architektoniczną. W ogromnym stopniu pełni ona funkcje użytkowe i zaspokajające potrzeby człowieka, ale oddziałuje również na potrzeby pozamaterialne. W zawodzie architekta powstała specjalizacja, która zajmuje się konserwacją i adaptacją spuścizny architektonicznej dla potrzeb współczesnego człowieka.

Podstawową metodą konserwacji, która ma na celu wydłużenie czasu istnienia obiektów zabytkowych i ich wartości kulturowych, jest konserwatorstwo. Pojmowane jest jako sztuka kształtowania przestrzeni otaczającej człowieka lub jego środowiska kulturowego. Konserwatorstwo unika ingerencji w formy architektoniczne obiektu, ogranicza się do napraw, umocnień bez usuwania oraz uzupełniania bądź dodawania elementów, które zachowują kształty od samego początku istnienia budowli. Restauracja zajmuje się zmianami oraz uzupełnieniami, które mają na celu rewitalizację budynku do jego pierwotnego

stanu prawdziwego bądź domniemanego. Wszystkie normy komitetu CEN/TC 346 koncentrują uwagę na materialnym dziedzictwie kulturowym. Każdy przedmiot kultury posiada jednak aspekty niematerialne. Prawidłowo prowadzona konserwacja tego, co materialne, respektuje to, co niematerialne. Materialne dziedzictwo kulturowe obejmuje zarówno przedmioty nieruchome (np. budynki, konstrukcje), jak i przedmioty ruchome, takie jak: archiwalia, dzieła sztuki. Parki, krajobrazy, ogrody również są częścią dziedzictwa kulturowego stworzonego przez człowieka. Ta terminologia nie w pełni się do nich odnosi, podobnie jak nie odnosi się do podziemnych stanowisk archeologicznych. Nie jest nią objęta również konserwacja dziedzictwa cyfrowego. Prace dla tej dziedziny podejmuje się w innych strukturach i komitetach normalizacyjnych.

Praktyka w zakresie konserwacji

Praktyka w zakresie konserwacji jest odmienna w różnych krajach i kulturach świata. Podejmowanie decyzji w tej dziedzinie jest zwykle procesem złożonym, który wymaga uwzględnienia wielu czynników. Niektóre z nich określa się podczas przeglądu stanu zachowania obiektu, inne uwarunkowane są jego znaczeniem. Jeszcze inne wynikają z kontekstu oraz aktualnego wykorzystania lub są rezultatem odkryć dokonanych podczas pracy. Dokumentów normalizacyjnych nie można postrzegać jako substytutu profesjonalnej oceny sytuacji przy podejmowaniu decyzji dokonywanej często we współpracy z osobami z odpowiednią praktyką, umiejętnościami kwalifikacyjnymi i doświadczeniem. Przepisy ustawowe i wykonawcze niektórych krajów członkowskich CEN mogą zawierać dane dotyczące kwalifikacji zawodowych lub metod kontroli inżynierii konserwatorskiej. Ponadto różne organizacje międzynarodowe i krajowe wyznaczają kwalifikacje zawodowe, normy i wytyczne, które stanowią coraz skuteczniejszą pomoc w szukaniu osób odpowiednio przygotowanych do podejmowania i wdrażania decyzji w zakresie konserwacji. W niektórych krajach pojęcie „restauracja” może oznaczać całość projektu konserwatorskiego, którego celem jest albo utrzymanie obecnego

stanu, albo przywrócenie pewnego stanu poprzedniego. Hasła takie, jak: rewaloryzacja i renowacja, odnoszą się do działań, które przekraczają granice pojęcia konserwacji, tzn. odbiegają od podstawowych założeń tej dziedziny, na przykład zasady poszanowania zawartych w obiekcie świadectw historii. Dokumentacja wszystkich etapów konserwacji jest istotnym elementem ogólnego procesu projektowania. W pracach konserwatorskich można zauważyć różne poglądy, od nieinterwencjonizmu po rekonstrukcje obiektów nieistniejących.

Nieinterwencjonizm można uzasadnić działaniem czasu i przemijaniem, a także wynikającą z tego negacją celowości odtworzenia budowli. Zmiany w poglądach na temat prac konserwatorskich i rekonstruowanie obiektów nieistniejących wprowadziły obie wojny światowe. Podobnie zostały potraktowane świeże ruiny budowli, które zostały zniszczone kataklizmem bądź nie ludzką ręką.

Specyfika projektowania instalacji elektrycznych w obiektach sakralnych

Instalacje elektryczne powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby w przewidywanym okresie użytkowania pozostawały w pełni sprawności technicznej i spełniały wymagania dotyczące mocy zaprojektowanej, jak również wymagania wynikające z pożądanego komfortu osób użytkujących obiekt.

Ważnym elementem, który jest wyznacznikiem naszych czasów, jest wspomaganie zasilania budynków sakralnych za pomocą źródeł energii odnawialnych. Może to dotyczyć zarówno instalacji grzewczych, jak i oświetlenia.

Instalacja fotowoltaiczna została uruchomiona na dachu sanktuarium w Jaworznie.

Przykładem zastosowania ogrzewania korzystającego z pomp ciepła jest kościół parafialny pw. Wniebowzięcia Najświętszej Maryi Panny w Kraśniku.

Kościół został wybudowany w XV wieku i jest wpisany do rejestru zabytków województwa lubelskiego. Instalacja z pompami ciepła zasilą niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe. Innym proekologicznym rozwiązaniem jest pierwszy w Polsce kościół, który powstał na Równi Szklarskiej w Nowym Targu.

Przykładem zastosowania odnawialnych źródeł ciepła w dużych obiektach sakralnych jest zrealizowana ekologiczna instalacja ogrzewania w pochodzącej z XII w. Archikatedralnej Bazylice Metropolitalnej pod wezwaniem św. Jakuba Apostoła (wraz z trzema Kanoniami), która jest położona w centrum zabudowy miejskiej Szczecina.

Instalacje elektryczne w obiektach sakralnych powinny być tak zaprojektowane i wykonane, aby było stosunkowo łatwe ich przystosowanie do nowych zadań, przy zmianie czy dodaniu nowych urządzeń. Powinny się charakteryzować takimi właściwościami technicznymi, aby ich użytkownicy mogli swobodnie korzystać z zainstalowanych tam urządzeń zarówno teraz, jak i w ciągu kilku czy kilkunastu najbliższych lat bez wykonywania znaczących modernizacji instalacji. Powinny zatem być tak zwymiarowane i wykonane, aby sprostać nowym wymaganiom wynikającym ze zmian w wyposażeniu budynku w urządzenia elektryczne [1].

Często w przypadku obiektu sakralnego taka modyfikacja może polegać na zmianach wystroju kościoła wynikających z okresu roku liturgicznego lub charakteru uroczystości religijnych.

Obowiązujące w Polsce akty prawne określające warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać instalacje elektryczne w budynkach, to głównie:

- Polska norma PN-IEC 60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”;
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budowlanej.

Te akty prawne formułują wymagania dotyczące instalacji elektrycznych w sposób dość ogólny, wynikając głównie z szeroko rozumianych warunków bezpieczeństwa.

Zastosowanie systemu KNX w renowacji obiektów zabytkowych

W przypadku obiektów zabytkowych możliwe jest całkowite odtworzenie zniszczonej nieruchomości lub modernizacja połączona z renowacją. Niekiedy zmienia się pierwotne przeznaczenie obiektu. Z takim działaniem miano do czynienia w przypadku zabytkowej cerkwi unickiej pw. Św. Jerzego

i Wniebowzięcia Najświętszej Maryi Panny w Wisznicach, która została przekształcona w Centrum Kultury Chrześcijańskiej w Wisznicach.

Przykładem renowacji obiektu zabytkowego, która łączy historię i teraźniejszość, jest odnowa i modernizacja kościoła Świętego Ducha w diecezji sandomierskiej. W zakres prac wchodziła wymiana instalacji elektrycznej, odgromowej, sygnalizacji przeciwpożarowej, antywłamaniowej, nagłośnieniowej, centralnego ogrzewania, wentylacyjnej.

Tak rozległy zakres prac stworzył warunki do zastosowania systemu magistralnego KNX.

Wybór systemu KNX został zaakceptowany przez konserwatora zabytków, ponieważ budowa tej instalacji pozwoliła na zminimalizowanie uszkodzeń murów, gdyż do sterowania jest zastosowany jeden przewód dwuparowy (EIB BUS 2x2x0.8). Za systemem KNX przemawia również łatwość w konfigurowaniu scen świetlnych polegających na zintegrowaniu za pomocą programu ETS dowolnej grupy punktów oświetleniowych, modulowanie natężenia światła poprzez zastosowanie ściemniaczy.

Pozwala on również na bardzo dokładne sterowanie temperaturą wewnętrzną obiektu poprzez zastosowanie odpowiednich czujników, regulatorów i głowic termoregulacyjnych z bardzo dużą dokładnością do 0,1°C.

Instalacja KNX zapewnia wygodne wyłączenie wszelkiego oświetlenia po godzinach przeznaczonych na obrzędy religijne i zwiedzanie obiektu. Na uwagę zasługuje możliwość odłączenia napięcia z innych punktów oraz urządzeń odbiorczych z dowolnego miejsca w obiekcie wygodnego dla obsługi, pomijając instalacje i urządzenia, które muszą być stale zasilane w energię elektryczną.

Należą do nich: instalacja alarmowa, przeciwpożarowa, oświetlenie awaryjne, ewakuacyjne, kotłownia, lampy wieczne. Możliwe jest również sprzężenie instalacji KNX z systemem alarmowym. Daje to sposobność włączenia oświetlenia w momencie wywołania alarmu w strefie, gdzie został on naruszony. Pozwala również na szybkie i bezpieczne zlokalizowanie przyczyny powstania alarmu. Istotnym i niezastąpionym dla obsługi elementem jest centralny panel sterujący



Rys. 1. Panel dotykowy sterujący

(rys. 1), z którego można zarządzać wszystkimi procesami technologicznymi zabudowanymi w obiekcie, kompatybilnymi z instalacją KNX. Program obsługujący panel może być tzw. rozwiązaniem „szytym na miarę”, czyli dopasowanym do potrzeb użytkownika. Programiści wykonujący takie oprogramowanie mogą skorzystać z metod programowania graficznego i programu LabView lub posłużyć się dostarczanym przez producenta oprogramowaniem narzędziowym, np. EisBär KNX, Tebis Vis lub GVS LCN [2]. W sterowaniu można zastosować zewnętrzny czujnik pogodowy, zegar astronomiczny i w zależności od potrzeb wykorzystać wskazania wyżej wymienionych czujników do sterowania instalacjami. Przy wykorzystaniu instalacji KNX większość wymienionych procesów dokonuje się samoczynnie bez konieczności udziału obsługi. Absolutną wyższością instalacji KNX nad tradycyjną instalacją jest ciągła możliwość modyfikacji i wzbogacania, zmiany funkcji bez konieczności modernizacji instalacji polegających jedynie na zmianie w oprogramowaniu.

Za pomocą panelu dotykowego można sterować oświetleniem, żaluzjami, ogrzewaniem, klimatyzacją, interfejsem sieciowym oraz scenami świetlnymi. Na rysunku 2 przedstawiony został fragment głównej rozdzielni znajdującej się w kościele. Rozdzielnia składa się z dwóch członów: torów roboczych (lewa strona) i sterowania w systemie KNX (prawa strona).

Człon elektryczny (1) składa się z wyłącznika głównego, lampek sygnalizujących obecność zasilania, systemu przeciwprzepięciowego, wyłączników różnicowoprądowych, przeciwporażeniowych i wyłączników nadmiarowoprądowych (bezpieczników) zabezpieczających obwody jedno- i trójfazowe.



Rys. 2. Rozdzielnia

Człon KNX (2) zawiera zasilacz, baterię podtrzymującą napięcie na magistrali, zasilacz magistralny, bramkę KNX/DALI sterującą ściemniającymi liniami jarzeniowymi, sterownik żaluzji (w przypadku tego obiektu steruje ekranem projektora oraz zasłoną obrazu) i wyjścia binarne sterujące obwodami oświetleniowymi.

Podsumowanie

Wykorzystanie inteligentnych systemów automatyki w zasilaniu obiektów zabytkowych, ze względu na zmiany klimatu, zanikające zasoby naturalne oraz wzrost kosztów energii stało się ważnym społecznie tematem. Zabytki są spuścizną, którą pozostawili nasi przodkowie. Ważną rzeczą jest to żeby móc z nich korzystać z zapewnieniem wymagań współczesności, ale również bez naruszenia zabytkowego charakteru. Dzięki nowoczesnym instalacjom elektrycznym jest możliwość zwiedzania ocalałych oświetlonych zabytków. Wzrasta, zatem atrakcyjność odnowionego budynku, co znacząco wpływa na ożywienie ruchu turystycznego, zwiększa integrację społeczności lokalnej. Z tego też względu państwa i organizacje państwowe prowadzą odpowiednie działania mające na celu efektywne zarządzanie energią, wyznaczając długoterminowe cele określające zużycie energii z poszczególnych jej źródeł.

Literatura

- [1] NIEZABITOWSKA E. (RED.): *Budynek inteligentny. Tom I. Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
- [2] HORYŃSKI M.: *Programowanie graficzne w sterowaniu inteligentną instalacją elektryczną*. „Rynek Energii” 3(94)/2011.
- [3] KACEJKO P.: *Inżynieria elektryczna i informatyczna w nowych technologiach elektroenergetycznych*. Wyd. Komitet Inżynierii Środowiska PAN, Monografie vol. 80, Lublin 2011.
- [4] KWIATKOWSKI E.: *Energetyka prosumencka – możliwości i korzyści dla odbiorcy końcowego*. Instytut im. E. Kwiatkowskiego, Warszawa 2013.
- [5] LEWANDOWSKI W.M.: *Proekologiczne odnawialne źródła energii*. Wydawnictwo WNT, Warszawa 2012.
- [6] FRANK K.: *Historic Preservation in the USA*. New York: Springer, 2002.
- [7] MAŁACHOWICZ E.: *Konserwacja i rewitalizacja architektury w środowisku kulturowym*. Wydanie IV poprawione i uzupełnione, 2007.
- [8] MASŁOW A.H.: *Motivation and personality*. Harper & Row, 1954.
- [9] HORYŃSKI M.B.: *Systemy automatyki budynkowej jako element infrastruktury krytycznej przeznaczone do oszczędnego zarządzania energią w budynkach*. [W]: *Innowacje w technologiach wytwarzania i technologiach informatycznych*. 2018.
- [10] Normy Komitetu Technicznego CEN/TC 346 „Conservation of cultural property”.
- [11] SPRYCHA I.: Standard PN-ISO 50001:2012 – Systemy Zarządzania Energią – wymagania i zalecenia użytkowania. [W:] <http://www.jakosc.biz>, 2014.
- [12] CHMIELEWSKI M.: *Zastosowanie inteligentnych instalacji elektrycznych do rewitalizacji obiektów zabytkowych*. Politechnika Lubelska, praca magisterska, 2015.

dr inż. Marek B. Horyński,
Katedra Podstaw Techniki,
Politechnika Lubelska;
e-mail: m.horynski@pollub.pl

Perspektywy rozwoju druku 3D po pandemii

Helena Dodziuk

O druku 3D było ostatnio głośno w związku z jego aktywnym udziałem w walce z epidemią koronawirusa. Pisałam o tym m.in. na portalu Puls Medycyny (<https://pulsmedycyny.pl/jak-druk-3d-pomaga-w-walce-z-koronawirusem-997100>). Na razie ta metoda wytwarzania ma niewielki udział w gospodarce światowej, ok. 1%, ale burzliwie się rozwija i ma liczne zastosowania, które pokrótce omówię poniżej. Okazuje się, że co prawda wybuch pandemii zahamował rozwój wielu firm zajmujących się drukiem 3D, jednak pozwolił on na prezentację jego zalet i wzrost zainteresowania przedsiębiorców i inwestorów tą metodą wytwarzania. Warto podkreślić, że wraz ze sztuczną inteligencją, nano- i biotechnologią, robotyzacją i kilkoma innymi dziedzinami Druk 3D jest częścią Trzeciej (niektórzy mówią, że Czwartej) Rewolucji Przemysłowej.

Druk 3D (ang. *3D printing*, 3DP), zwany inaczej wytwarzaniem addytywnym (ang. *Additive Manufacturing*, AM), to, mówiąc z grubsza, tworzenie obiektu poprzez nakładanie kolejnych warstw na podstawie modelu cyfrowego. Jest to na ogół metoda bardzo ekologiczna, bo wytwarza mało odpadów, w odróżnieniu od wytwarzania subtraktywnego, polegającego na usuwaniu kolejnych warstw materiału z bloku wyjściowego, np. przy skrawaniu lub rzeźbieniu. Obecnie termin wytwarzanie addytywne (*additive manufacturing*, AM) stosuje się na ogół do zastosowań przemysłowych, a o druku 3D mówimy albo gdy mamy na myśli całą dziedzinę albo gdy chodzi o wszystkie poza przemysłowymi zastosowania druku 3D. Ta metoda wytwarzania znalazła liczne zastosowania dzięki swoim zaletom, takim jak:

- Możliwość otrzymywania obiektów o bardzo skomplikowanych kształtach, również z dziurami w środku lub takich, których fragmenty mogą poruszać się względem siebie. Dzięki temu

w przemyśle lotniczym czy motoryzacyjnym można z jednej strony używać dużo lżejsze części, a z drugiej scalać różne części. Najbardziej chyba znanym przypadkiem wykorzystania takich możliwości była opracowana przez GE dysza silnika odrzutowca wydrukowana w 3D. Składała się ona z jednej zamiast 19 części o bardzo skomplikowanych kształtach. Powyższy przykład pokazuje ogromną zaletę 3DP: skomplikowany kształt obiektu nie jest w tym przypadku żadnym ograniczeniem, nie wiąże się z wyższym kosztem jego wytworzenia.

- Zaletą 3DP jest również „produkcja bez narzędzi”, co doceni inżynier, który miał do czynienia z uruchamianiem nowej produkcji przemysłowej.
- Niższa cena wykonanych metodą 3DP przedmiotów, zwłaszcza jeśli są zaprojektowane z wykorzystaniem jej specyfiki. Wykorzystuje się przy tym wysoko wyspecjalizowane metody designu, takie jak generatywny design czy też design optymalizowany ze względu na wagę obiektu.
- Niska cena produkcji nisko- i średnioseryjnej.
- Efektywne użycie drogich materiałów: zamiast usuwać je jak rzeźbiarz z bloku marmuru, stosujemy ich tylko tyle, ile jest naprawdę potrzebne.
- Ogromną zaletą 3DP, o czym już wspomniano, jest również jego ekologiczny charakter, ponieważ wytwarza się w nim dużo mniej odpadów niż przy tradycyjnych metodach produkcji.
- Przewidziana już w 1970 roku przez Alvina Tofflera w *Szoku przyszłości* personalizacja produktu jest bardzo korzystna nie tylko w medycynie, ponieważ pozwala na jego niedrogi dopasowanie do wymagań/życzeń klienta.

Oczywiście 3DP ma również wady. Jedną z najważniejszych jest to, że prowadzi on do likwidacji miejsc pracy, głównie przez wprowadzanie do produkcji



Rys. 1. Audi RSQ wyprodukowano, wykorzystując przemysłowy robot KUKA do szybkiego prototypowania

Eirik Newth - Flickr, CC BY 2.0.
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4261039>

wydrukowanych w 3D robotów (rys. 1). Szczególnie interesujący jest niszczący (ang. *disruptive*) charakter 3DP, który zresztą posiada każda naprawdę nowatorska technologia. Charakter ten najlepiej ilustruje upadek firmy Kodak po wprowadzeniu możliwości robienia zdjęć przez smartfony. Bardzo ciekawe są implikacje 3DP dla prawa. Możliwość łatwego skopiowania luksusowego towaru i jego podrobienia przy użyciu 3DP niewątpliwie utrudni działalność tego fragmentu rynku. Zdefiniowanie, co w przypadku wydrukowanych w 3D obiektów jest dziełem sztuki i jaki jest zakres prawa własności intelektualnej takich obiektów, jest trudne. Problemy prawne związane z 3DP dobrze ilustruje problem figurek pokémonów firmy Nintendo. Zmodyfikował je argentyński artysta Flowalistik i umieszczał na swoim portalu wraz z pozwoleniem ich kopiowania w ramach licencji Creative Commons (rys. 2). Znaczyło to, że można te figurki kopiować i zmieniać, ale nie wolno ich sprzedawać. Firma Nintendo nie protestowała, może uważając działalność artysty za rodzaj bezpłatnej reklamy. Problem pojawił się, gdy zmienione figurki Flowalistika były sprzedawane np. w New Delhi. Jak w tej sytuacji wyglądają prawa autorskie Flowalistika? Co na to Nintendo? Wszystko



Rys. 2. Figurki pokemonów zmodyfikowane przez artystę Flowalistika

<https://www.thingiverse.com/thing:376601>

to stanowi bardzo skomplikowany problem prawny.

Na początku (od końca lat osiemdziesiątych ub.w. do pierwszych lat XX wieku) drukarki 3D były bardzo drogie i ta metoda wytwarzania stosowana była głównie do projektowania i budowy prototypów (ang. *rapid prototyping*). W przypadku stosowania 3DP do prototypowania w przemyśle kosmicznym, lotniczym lub motoryzacyjnym wysoka cena drukarek 3D nie stanowiła istotnego ograniczenia, ponieważ w istotny sposób usprawniała ona wprowadzanie nowych modeli. Następnym etapem było zastosowanie 3DP do wytwarzania narzędzi (ang. *rapid tooling*), co pozwala na znaczne przyspieszenie wprowadzania do produkcji nowego asortymentu. Obecnie mamy do czynienia z kolejnym etapem rozwoju 3DP – szybkim wytwarzaniem (ang. *rapid manufacturing*), czyli wprowadzaniem 3DP do produkcji wielkoseryjnej. Dzisiaj 3DP to nie jedna metoda produkcji, a ogromna ilość technologii wytwarzania, materiałów do drukowania oraz oprogramowania do designu, produkcji i jej organizacji, wykańczania (ang. *postprocessing*) itd.

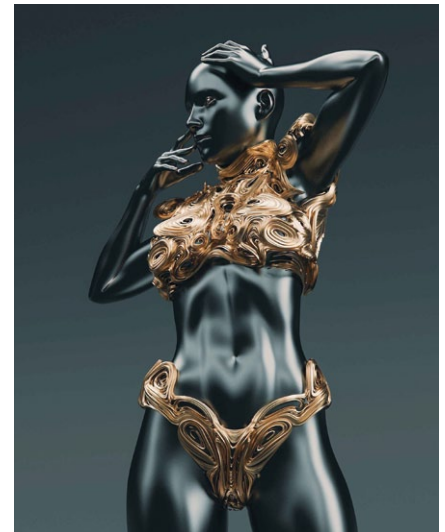
Można spojrzeć na tę dziedzinę jako na pole walki między zwolennikami dzielenia się wiedzą bez ograniczeń, jak robili to np. twórcy Linuxa, a przedsiębiorcami, np. rozwijający Windows Microsoft, którzy chcą na tej wiedzy zarabiać. W dziedzinie komputerów osobistych ilustruje to opisany w fascynującej biografii założyciela firmy Apple autorstwa Waltera Isaacsona konflikt między Stevem Jobsem a Stevem Wozniakiem. Ten drugi, genialny inżynier polskiego pochodzenia, chciał swoje schematy układów elektronicznych rozdáwać, podczas gdy Steve

Jobs chciał na nich zarabiać. Musieli się więc rozstać. Jak wspomniałam, na początku drukarki 3D były bardzo drogie. Stać na nie było biura projektowe przemysłu motoryzacyjnego i lotniczego oraz bogate instytucje naukowe. Było tak do czasu opracowania tanich drukarek 3D i oprogramowania do nich w ramach projektu RepRap Anglika Dr. Adriana Bowyer. Drukarki te doprowadziły do upowszechnienia druku 3D. Innym motorem rozwoju tej metody wytwarzania były wygaszanie patentów i jej liczne zastosowania oraz w znacznej mierze bezpłatne udostępnianie wzorów na platformach internetowych.

Na początku nie wykorzystywano w pełni wyjątkowych właściwości druku 3D: drukowano głównie z plastiku w najprostszej technologii FDM/FFF, stosowano standardowe programy do projektowania CAD, zaś większość zastosowań, poza prototypowaniem, ograniczała się do wytwarzania gadżetów. Jednak lawinowy wzrost zastosowań w wielu gałęziach przemysłu, medycynie, edukacji i sztuce oraz lepsze zrozumienie specyfiki tej dziedziny w porównaniu z produkcją metodami tradycyjnymi spowodowały:

- rozwój różnorodnych technologii wytwarzania przyrostowego;
- rozwój oprogramowania. Już nie standardowe programy CAD, ale specjalistyczne DfAM (*Design for AM*);
- opracowanie nowatorskich materiałów do drukowania w 3D, używanie nie tylko plastików lecz również metali, materiałów ceramicznych, kompozytowych, hydrożeli oraz reagujących (ang. *responsive*) polimerów;
- w medycynie m.in. wykorzystanie personalizacji produktów oraz drukowanie komórkami, co pozwala żywić nadzieję na zastąpienie w przyszłości tak brakujących organów do transplantacji organami wydrukowanymi w 3D;
- zmianę podejścia do druku 3D i wprowadzanie tej technologii do produkcji średnio- i wielkoseryjnej.

Fascynujące są zastosowania druku 3D w wielu dziedzinach. W przemyśle lotniczym, motoryzacyjnym i kosmicznym ogromnym plusem jest wytwarzanie części, a nawet całych fragmentów,



Rys. 3. Wydrukowany w 3D strój projektu Olega Soroko

np. silników, lżejszych niż w konstrukcjach tradycyjnych, co z jednej strony pozwala zaoszczędzić bardzo drogi tytan i inne materiały, a z drugiej prowadzi do mniejszego zużycia materiałów pędnych i w konsekwencji do mniejszego zanieczyszczenia środowiska. W budownictwie metoda ta pozwala wznosić budynki o nietypowych kształtach i/lub niższej cenie, w przemyśle spożywczym wypiekać pizzę (był to program agencji kosmicznej NASA), robić piękne słodczy lub przygotowywać apetyczne posiłki dla osób mających problemy z połykaniem. W modzie dzięki 3DP kreuje się intrygujące stroje (rys. 3).

Osobne miejsce zajmują zastosowania medyczne 3DP. Obejmują one wiele dziedzin opieki zdrowotnej. Jednym z nich jest planowanie operacji chirurgicznych na podstawie wydrukowanych w 3D modeli miejsca operacji, np. guza na nerce, opracowanych na podstawie tomografii komputerowej lub rezonansu magnetycznego. Pozwala to na znaczne skrócenie czasu operacji i obniżenie jej kosztów oraz skrócenie czasu rekonwalescencji, zwiększenie komfortu pacjenta. Inną dziedziną, w której stosuje się 3DP, jest wytwarzanie implantów i protez. Również w tym przypadku jest to bardzo korzystne, ponieważ implant dopasowany jest do konkretnego pacjenta, na czym bardzo on zyskuje. W konkretnym przypadku przygotowuje się implant na podstawie np. zdjęć rentgenowskich.


Możliwe jest również inne, tańsze podejście. Już w 2018 roku szwedzka firma Arcam, dziś wykupiona przez koncern GE, chwaliła się 100 000 wstawionych pacjentom wydrukowanych w 3D protez biodrowych (<https://www.ge.com/news/reports/100000-patients-later-3d-printed-hip-decade-old-going-strong>). Było to możliwe, ponieważ protezy te drukowano w bardzo gęstej siatce rozmiarów, dużo gęstszej niż siatka stosowana przy standardowym wykonaniu takich protez. Warto podkreślić, że jedyną jak dotychczas dziedziną całkowicie przejętą przez druk 3D jest wytwarzanie aparatów słuchowych, następna w kolejce do przejęcia przez 3DP jest stomatologia. Nie sposób wymienić tutaj wszystkich zastosowań medycznych druku 3D, warto jednak podkreślić, że nawet jeśli przy wytwarzaniu jakiegoś urządzenia medycznego nie stosowano tej metody, to najprawdopodobniej wykorzystano ją do wykonania jego prototypów.

Jak wspominałam, 3DP szybko się rozwija, ale jeszcze zanim nastąpiła pandemia Covid-19 w czwartym kwartale 2019 r., nastąpiło zahamowanie jego tempa wzrostu. Już nie ponad 20% wzrostu, a tylko 8%, które skądinąd ucieszyłyby wielu menedżerów innych branż.

Wydaje mi się, że ten spadek szybkości tempa wzrostu związany był z bardzo trudnym przejściem druku 3D do następnego etapu: produkcji przemysłowej na średnią i dużą skalę. Wiąże się ono z przekształceniem całej branży. Jak to ujął Andreas Saar z niemieckiej firmy Siemens: *We have to change our minds*, czyli w wolnym tłumaczeniu: „musimy całkowicie zmienić swoje nastawienie”. Należy wymyślić na nowo produkt (ang. *reimagine it*), zmienić sposób produkcji (ang. *retool manufacturing*) oraz całkowicie zmodyfikować sposób prowadzenia biznesu (ang. *rethink how we do business*). Oznacza to np., że aby uzyskać jak największą korzyść z zastosowania druku 3D, nie można po prostu wydrukować w 3D części, którą wcześniej wytwarzano metodą tradycyjną. Część tę należy, po analizie jej funkcji, zaprojektować na nowo, stosując wyrafinowane techniki projektowania, takie jak np. optymalizacja topologiczna i design zorientowany na wydajność, i w nowy sposób zorganizować produkcję. Ten ostatni punkt musi uwzględniać m.in. dużo szybsze cykle innowacji, ograniczenie zapasów, pracownie cyfrowe (ang. *workshop*) wykonujące druk 3D na zamówienie oraz zindywidualizowaną produkcję. Oczekuje się, że 3DP

zrewolucjonizuje rynek części zamiennych, ponieważ zamiast magazynowania ich w warsztatach można je będzie wydrukować na miejscu.

Pandemia ograniczyła rozwój wielu istotnych dla 3DP dziedzin, np. przemysłów motoryzacyjnego i lotniczego. Jednak pokazała ona wiele istotnych zalet tej metody wytwarzania i po chwilowym spadku (zresztą zaobserwowanym nie dla wszystkich firm) wydaje się sprzyjać wzrostowi branży 3DP. Istotny udział tej dziedziny gospodarki w walce z koronawirusem pokazał, że jest ona bardzo elastyczna i potrafi dostosować się do zmiennych potrzeb. Jednocześnie w sytuacji związanych z pandemią braków części zamiennych doceniono zastosowanie 3DP do ich produkcji w celu usprawnienia łańcuchów dostaw. Mówi się nawet o przeciwdziałaniu druku 3D globalizacji. To wszystko doprowadziło do zmiany klimatu wokół tej metody wytwarzania i do zrozumienia przez przedsiębiorców z innych branż, że w druk 3D opłaca się inwestować. ■

 Prof. Helena Dodziuk,
IChF PAN, Warszawa
e-mail: hdodziuk@gmail.com

reklama



Preferujesz internet?

Wypromuj się na www.nis.com.pl

Transformacja energetyczna. Wyzwania dla Polski wobec doświadczeń krajów Europy Zachodniej

Wydanie I

Autor/redaktor naukowy: Anna Kucharska

Zagadnienie transformacji energetycznej jest w ostatnich latach jednym z ważniejszych wyzwań stojących przed wieloma krajami UE, jednak w przypadku Polski stanowi naprawdę wielkie wyzwanie, któremu trzeba sprostać.

To właśnie w celu podniesienia bezpieczeństwa energetycznego, przy równoczesnym wzmacnianiu działań prośrodowiskowych i proklimatycznych, została sformułowana koncepcja transformacji energetycznej.

Publikacja stanowi analizę modelu polityki transformacji energetycznej na przykładzie Niemiec, Austrii i Szwajcarii w ujęciu komparatystycznym.

Wydawnictwo kieruje ją do szerokiego grona odbiorców – m.in. ekspertów ds. energetyki, transformacji energetycznej, specjalistów ds. OZE, samorządów i innych jednostek publicznych, firm prywatnych – spółek energetycznych, ale również studentów uczelni wyższych na kierunkach i specjalnościach polityka energetyczna czy bezpieczeństwo państwa oraz wszystkich zainteresowanych tą tematyką.

Informacja o autorze/redaktorze

dr Anna Kucharska – Uniwersytet Jagielloński
Wydział Studiów Międzynarodowych i Politycznych UJ

Fragment recenzji

„Niniejsza publikacja jest oryginalną pozycją na polskim rynku wydawniczym. Kompleksowe podejście naukowe połączone z analizą ekspercką analizowanej tematyki powoduje, że praca staje się cennym źródłem wiedzy opartym na materiałach źródłowych i pozwoli lepiej zrozumieć problematykę transformacji energetycznej.

Zaletą jest odniesienie jej do praktycznych zastosowań na płaszczyźnie prawno-instytucjonalnej, gospodarczej i społecznej w Republice Federalnej Niemiec, Republice Austrii oraz Konfederacji Szwajcarskiej. Jednocześnie autorka dostrzega, że w ramach transformacji energetycznej oprócz wzmacniania bezpieczeństwa energetycznego są instrumenty wpływające na budowanie źródeł przewag konkurencyjnych jednych państw nad drugimi na rynkach międzynarodowych”.

dr hab. Mariusz Ruszel, profesor Politechniki Rzeszowskiej

reklama

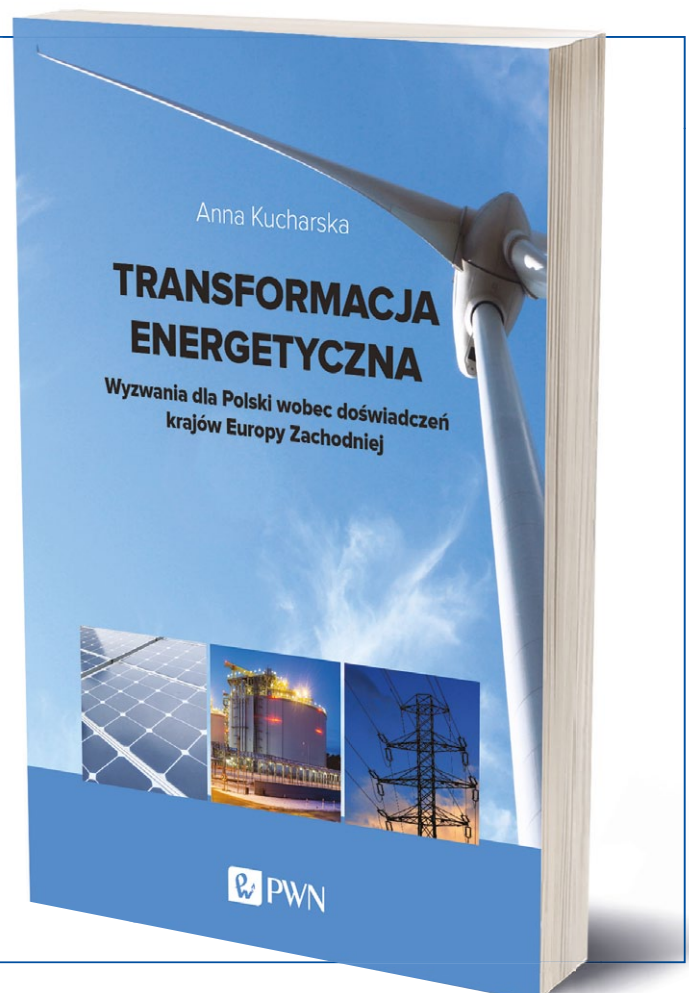
 PWN
poleca:

NOWOŚĆ

Publikacja stanowi
analizę modelu polityki transformacji energetycznej
na przykładzie Niemiec,
Austrii i Szwajcarii w ujęciu
komparatystycznym.

70 lat  PWN

Znajdziesz nas na ksiegarnia.pwn.pl



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, nie tylko stają się 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 aktualnym 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 bezczynności 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, weryfikowanej 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 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 dodatkowo, 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-upów 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 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 węźle 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 wykażał, 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 konfigurowanie 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, blokowanie 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 1.x. Przed transmisją i odbieraniem danych jednostki systemowe muszą się uwierzytelnić przy użyciu pary login i hasło, natomiast w węźle autoryzującym następuje sprawdzenie danych uwierzytelniających, ról i związanych z nimi uprawnień. W węźle 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 struktury 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 cyberfizycznego 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 sfalszować 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 robotem.

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 Zabezpieczenie 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 klucza 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*, umożliwiającego 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 *rosnode*, lista *rostopic* itp.) i zezwala na specjalne wywołanie XMLRPC umożliwiające zewnętrzne wyłączenie dowolnego działającego węzła (*rosnode 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

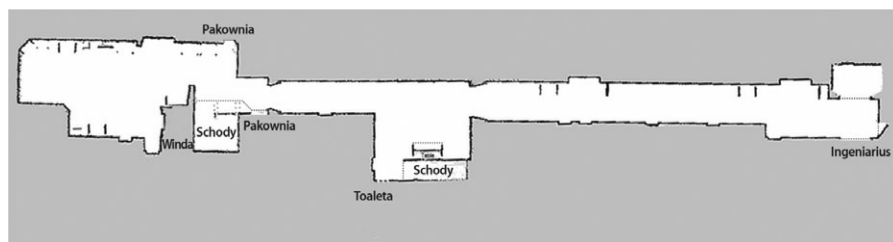
nie skupili się na obsłudze certyfikatów i zwracają uwagę na potrzebę właściwego zarządzania kluczami. Również w przypadku dostępnej wersji używana biblioteka Botan Crypto (v1.11) była już nieaktualna. Pomimo że studium przypadku zostało omówione w pracy [33], skupiając się głównie na powstałych wymaganiach 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 niezaufanego 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.



Rys. 1. Mapa rozkładu pomieszczeń transmitowana podczas eksperymentów (1187 × 296, z rozdzielczością 0,05 m/komórkę)

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 bezpośrednio polecenia do robotów. Z tego powodu konieczne jest przeprowadzenie dalszych prac przez twórców *rosauth* związanych z rozszerzeniem mechanizmu uwzględniającego poziomy autoryzacji.

Wyniki i dyskusja

W tej części przedstawiono wyniki badań różnych propozycji zwiększenia bezpieczeństwa, które zostały opisane w poprzedniej części. Platforma testowa składała się z: procesora Intel i5-4590 (3,30 GHz), 8 GB pamięci RAM oraz 64-bitowej wersji systemu operacyjnego Ubuntu Linux 16.04 z systemem ROS Kinetic Kame. Wyniki w tej części koncentrują się na wydajności komunikacji każdego rozwiązania podczas przesyłania danych pomiędzy publikującym a węzłem subskrybenta działającym na tym samym komputerze. Pozwoliło to porównać opóźnienie w komunikacji, liczbę utraconych wiadomości, zdolność do nadążania za zamierzonymi prędkościami publikacji, poziomy dostęp z nieautoryzowanych węzłów w sieci ROS oraz ogólnie ocenić kompromis pomiędzy bezpieczeństwem a płynnością działania każdego podejścia.

W każdej z prób zdefiniowano dwa typy wiadomości, które mają być publikowane i subskrybowane przez dwa

osobne węzły ROS: (I) „Hello World!” ciąg znaków z nagłówkiem zawierającym *znacznik czasu publikacji*, numer w sekwencji komunikatów i opcjonalny ciąg *frame_id* (który ustawiono na „0”), (II) mapa siatki *nav_msgs/Occupancy* zilustrowana na rysunku 1, która również zawierała przydatne informacje nagłówka. W tabeli 1 przedstawiono schemat przeprowadzonych eksperymentów. Dla każdego testowanego rozwiązania opublikowano 600 000 razy w trzech różnych zamierzonych szybkościach publikacji (1, 10 i 30 kHz) 27-bajtowy ciąg znaków z komunikatem nagłówka. Mapa rozkładu pomieszczeń, składająca się z 343 kB danych, została opublikowana 150 000 razy, również w trzech różnych planowanych szybkościach publikacji (250 Hz, 2,5 kHz i 7,5 kHz). W dalszej części wiadomość „Hello World!” oznaczano po prostu jako *ciąg znaków*, a siatkę rozkładu pomieszczeń jako *mapę*. Na rysunku 2 przedstawiono przykłady ciągu znaków i komunikatu mapy opublikowanych podczas eksperymentów.

W przeprowadzonych eksperymentach częstotliwość publikowania została zdefiniowana w taki sposób, aby umożliwić analizę na trzech różnych poziomach: umiarkowanym, szybkim i przytłaczającym, w wyniku czego każda z propozycji została przetestowana do granic możliwości. Ze względu na to, że ROS nie jest systemem czasu rzeczywistego, nie można było zagwarantować docelowej częstotliwości publikowania,

a także możliwe było wystąpienie utraty pakietów. We wszystkich eksperymentach zdefiniowano rozmiar kolejki jako 1 dla każdego publikującego i każdego subskrybenta. Przetestowano także oficjalne „niezabezpieczone” wydanie ROS Kinetic Kame, tak aby umożliwić porównanie opóźnień wynikłych z zastosowania różnych propozycji zapewnienia bezpieczeństwa.

W tabeli 2 przedstawiono ogólne wyniki eksperymentów z ciągiem znaków. Jak można zauważyć, większość podejść miała porównywalną wydajność z oficjalną wersją ROS do transmisji małych wiadomości złożonych z ciągu znaków, przy czym wartości opóźnień były bardzo podobne pomimo ogólnie lepszej wydajności systemu ROS bez jakiegokolwiek warstwy bezpieczeństwa. Można jednak zauważyć, że w SROS nie można było utrzymać zamierzonej częstotliwości publikowania wynoszącej 30 kHz, osiągając maksimum ≈ 21 kHz przy bardzo dużej utracie pakietów (59,72%).

Rosauth był oczywiście szczególnym przypadkiem, ponieważ jednostka publikująca nie była rodzimym węzłem ROS, lecz klientem www HTML5/Javascript. Ten klient łączył się z ROS za pośrednictwem *rosbridge* przy użyciu *websockets*, dostarczając komunikat JSON, który był parsowany po stronie ROS i następnie publikowany w sieci ROS. W pętli publikowania Javascript funkcja *setInterval* nakładała dolny limit 4 ms, co skutkowało maksymalną częstotliwością publikacji wynoszącą 250 Hz, jak pokazano w tabeli 2. Z tego powodu testy dla 10 i 30 kHz nie zostały wykonane dla *Rosauth*, ponieważ wyniki byłyby podobne do tych prezentowanych dla częstotliwości 1 kHz. Oczywiście powyższy mechanizm przesyłania wiadomości od nienatywnych klientów do ROS miał wpływ na opóźnienie publikacji/subskrypcji.

Na wykresach pudełkowych z rys. 3 przedstawiono opóźnienie w dostarcze-

Tabela 1. Schemat badań przeprowadzonych dla każdej propozycji zabezpieczeń

| Typ wiadomości | Łączny # wiadomości @ częstotliwość publikowania | | |
|--|--|--------------------|--------------------|
| | 600 tys. @ 1 kHz | 600 tys. @ 10 kHz | 600 tys. @ 30 kHz |
| Ciąg znaków „Hello World!” z nagłówkiem (27 B) | 600 tys. @ 1 kHz | 600 tys. @ 10 kHz | 600 tys. @ 30 kHz |
| Mapa rozkładu pomieszczeń (343 kB) | 150 tys. @ 250 Hz | 150 tys. @ 2,5 kHz | 150 tys. @ 7,5 kHz |

niu wiadomości dla każdej z testowanych propozycji w eksperymencie z ciągiem znaków przy częstotliwości 1 kHz. Średnia wartość dla transmisji 600 tysięcy ciągów znaków została oznaczona czarną gwiazdką. Granice pudełka oraz linia w jego wnętrzu odpowiadają odpowiednio pierwszemu i trzeciemu kwartyłowi oraz medianie wartości opóźnienia.

Analiza wykresów pudełkowych potwierdziła większe opóźnienia występujące w przypadku testu *rosauth* i podobne opóźnienia dla wszystkich innych propozycji podczas przesyłania mniejszych wiadomości. Ze względu na duży rozmiar każdego zestawu danych zaobserwowano pewne wartości odstające, szczególnie o wysokich wartościach ekstremalnych, co sugeruje, że czasami opóźnienia były znacznie większe, niż oczekiwano, być może z powodu wystąpienia szczytów obliczeniowych lub opóźnienia sieci.

Z drugiej strony, w tabeli 3 przedstawiono ogólne wyniki eksperymentów wykonanych podczas przesyłania mapy. Ze względu na duży rozmiar wiadomości wynoszący 343 kB wyniki były znacząco różne w porównaniu do eksperymentu z ciągiem znaków. Testy wykonane z ROS i z *Secure ROS* wyróżniały się spośród pozostałych proponowanych rozwiązań, ponieważ w ich przypadku możliwe było zapewnienie zamierzonych

```
(a) header:
    seq: 1
    stamp:
      secs: 1500660269
      nsecs: 676667209
    frame_id: 0
    text: Hello World!

(b) header:
    seq: 1
    stamp:
      secs: 1500660269
      nsecs: 676667209
    frame_id: map
  info:
    map_load_time:
      secs: 1500654640
      nsecs: 559560440
    resolution: 0.05000000007451
    width: 1187
    height: 296
    origin:
      position:
        x: -29.675
        y: -7.4
        z: 0.0
      orientation:
        x: 0.0
        y: 0.0
        z: 0.0
        w: 1.0
  data: [...] # An int8 array with size: 1187x296=351352
```

Rys. 2. Pola i format wiadomości ROS, które były używane w eksperymentach, (a) komunikat w postaci ciągu znaków, (b) komunikat w postaci mapy

częstotliwości publikowania oraz niskiego procentu utraty pakietów (< 0,2%). Potwierdza to, że *Secure ROS* jest jedną z najbardziej obiecujących propozycji zabezpieczenia ROS niewpływającą na obniżenie wydajności transmisji.

W przypadku wykorzystania algorytmu *szyfrowania ROS-AES* możliwe

było publikowanie mapy tylko z częstotliwością wynoszącą około 186 Hz. Oczywiście szyfrowanie dużych bloków danych powodowało opóźnienia w szybkości publikowania. Interesujące było jednak to, że żaden pakiet nie został utracony podczas eksperymentów z *szyfrowaniem ROS-AES*, co oznacza, że krok

Tabela 2. Wyniki eksperymentów z ciągiem znaków. Dla każdej linii publikowano i subskrybowano 600 tys. znaków o wielkości 27 bajtów (P/S)

| | Częstotliwość publikacji (Hz) | Rzeczywista częstotliwość publikacji (Hz) | Utrata pakietu (absolutna/%) | Średnie opóźnienie P/S (ms) | Odchylenie standardowe opóźnienia P/S (ms) | Mediana opóźnienia P/S (ms) |
|-------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
| ROS (C++) | 1000 | 999,924 | 290 (0,048%) | 0,141 | 0,044 | 0,144 |
| | 10 000 | 9990,432 | 868 (0,145%) | 0,023 | 0,016 | 0,020 |
| | 30 000 | 29 951,33 | 122,659 (20,443%) | 0,022 | 0,007 | 0,021 |
| SROS (Python) | 1000 | 999,955 | 85 (0,00014%) | 0,131 | 0,047 | 0,117 |
| | 10 000 | 9985,279 | 37,068 (6,178%) | 0,061 | 0,024 | 0,059 |
| | 30 000 | 20 898,611 | 358,330 (59,721%) | 0,079 | 0,098 | 0,083 |
| ROS-AES-Encryption (C++) | 1000 | 999,992 | 98 (0,016%) | 0,150 | 0,038 | 0,157 |
| | 10 000 | 9992,973 | 882 (0,147%) | 0,025 | 0,012 | 0,023 |
| | 30 000 | 29 962,872 | 125 337 (20,889%) | 0,023 | 0,006 | 0,022 |
| Secure ROS (C++) | 1000 | 999,998 | 54 (0,009%) | 0,156 | 0,047 | 0,145 |
| | 10 000 | 9996,984 | 518 (0,086%) | 0,023 | 0,010 | 0,019 |
| | 30 000 | 29 929,231 | 156 039 (26,006%) | 0,022 | 0,012 | 0,021 |
| Secure-ROS-Transport (Python) | 1000 | 999,982 | 99 (0,016%) | 0,167 | 0,028 | 0,179 |
| | 10 000 | 9987,499 | 752 (0,125%) | 0,105 | 1,236 | 0,054 |
| | 30 000 | 29 683,69 | 7890 (1,315%) | 0,071 | 0,420 | 0,066 |
| Rosauth (HTML5/Javascript) | 1000 | 249,929 | 76 (0,013%) | 1,024 | 2,589 | 1,006 |

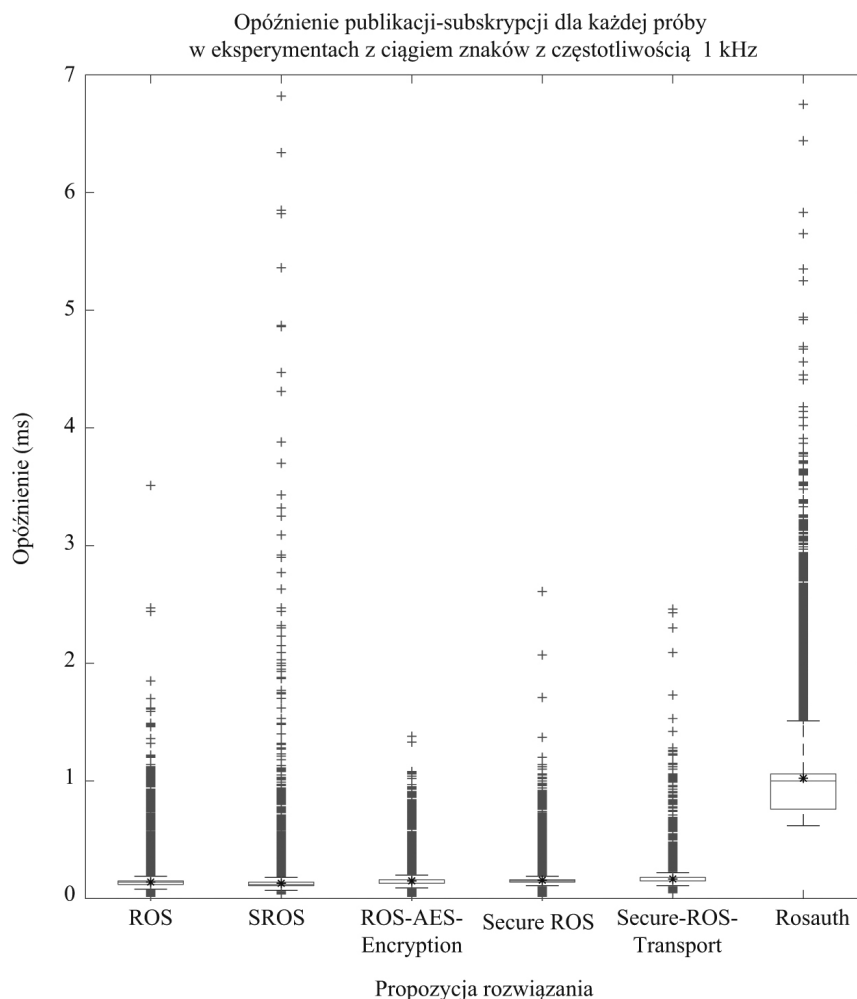
Tabela 3. Wyniki eksperymentów z mapami. Dla każdej linii publikowano i subskrybowano 150 tysięcy map, każda o wielkości 343 kB

| | Częstotliwość publikacji (Hz) | Rzeczywista częstotliwość publikacji (Hz) | Utrata pakietu (absolutna/%) | Średnie opóźnienie P/S (ms) | Odchylenie standardowe opóźnienia P/S (ms) | Mediana opóźnienia P/S (ms) |
|-------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
| ROS (C++) | 250 | 250,0 | 0 (0,0%) | 0,366 | 0,155 | 0,283 |
| | 2500 | 2499,776 | 71 (0,047%) | 0,171 | 0,065 | 0,151 |
| | 7500 | 7496,412 | 235 (0,157%) | 0,126 | 0,049 | 0,122 |
| SROS (Python) | 250 | 81,801 | 75 818 (50,545%) | 16,248 | 3,594 | 15,286 |
| | 2500 | 81,316 | 74 376 (49,584%) | 16,293 | 3,593 | 15,342 |
| | 7500 | 81,859 | 73 354 (48,903%) | 16,173 | 3,499 | 15,263 |
| ROS-AES-Encryption (C++) | 250 | 186,923 | 0 (0,0%) | 5,516 | 0,182 | 5,451 |
| | 2500 | 186,112 | 0 (0,0%) | 5,544 | 0,194 | 5,468 |
| | 7500 | 178,87 | 0 (0,0%) | 5,768 | 0,288 | 5,661 |
| Secure ROS (C++) | 250 | 250,0 | 1 (0,0006%) | 0,351 | 0,143 | 0,277 |
| | 2500 | 2499,634 | 72 (0,048%) | 0,172 | 0,065 | 0,154 |
| | 7500 | 7496,05 | 184 (0,123%) | 0,126 | 0,041 | 0,122 |
| Secure-ROS-Transport (Python) | 250 | 80,308 | 74 855 (49,903%) | 16,096 | 3,678 | 15,096 |
| | 2500 | 79,938 | 78 000 (52,0%) | 16,286 | 3,899 | 15,090 |
| | 7500 | 80,275 | 79 547 (53,031%) | 16,284 | 3,817 | 15,162 |
| Rosauth (HTML5/ Javascript) | 250 | 1,613 | 1 (0,0006%) | 125 048,519 | 88 037,17 | 133 328,971 |

szyfrowania i publikowania zawsze trwał dłużej niż etap subskrypcji i deszyfrowania. Średnie opóźnienie w dostarczaniu wiadomości do *szyfrowania ROS-AES* mieściło się w przedziale (5,5 ms, 5,8 ms), który był około 15–45 razy większy niż w przypadku zwykłej transmisji ROS.

W przypadku rozwiązań *SROS* i *Secure-ROS-Transport* obserwowano bardzo podobne wyniki. Oba podejścia osiągnęły limit częstotliwości publikacji przy około 80–82 Hz, przy utracie pakietów wynoszącej od około 48% do 53%. Średnie opóźnienie w dostarczaniu wiadomości mieściło się w przedziale (16,0 ms, 16,3 ms), który był od 44 do 129 razy większy niż w przypadku zwykłej transmisji ROS. Fakt, że testy obu rozwiązań zostały przeprowadzone na węzłach ROS napisanych przy użyciu biblioteki Pythona *rospy* (w przeciwieństwie do C++ w przypadku ROS, Secure ROS i ROS-AES-Encryption) również mógł mieć wpływ na te otrzymane wyniki.

Podobnie jak poprzednio, w przypadku *Rosauth* obserwowano najniższą częstotliwość publikowania wynoszącą 1,6 Hz i wyjątkowo wysokie średnie opóźnienie wynoszące 125 sekund (od $340 \cdot 10^3$ do $990 \cdot 10^3$ razy większe niż w przypadku zwykłej transmisji ROS), co było wynikiem w przybliżeniu stałego wzrostu opóźnienia dostarczania



Rys. 3. Przegląd opóźnień P/S dla eksperymentów z ciągiem znaków przy 1 kHz

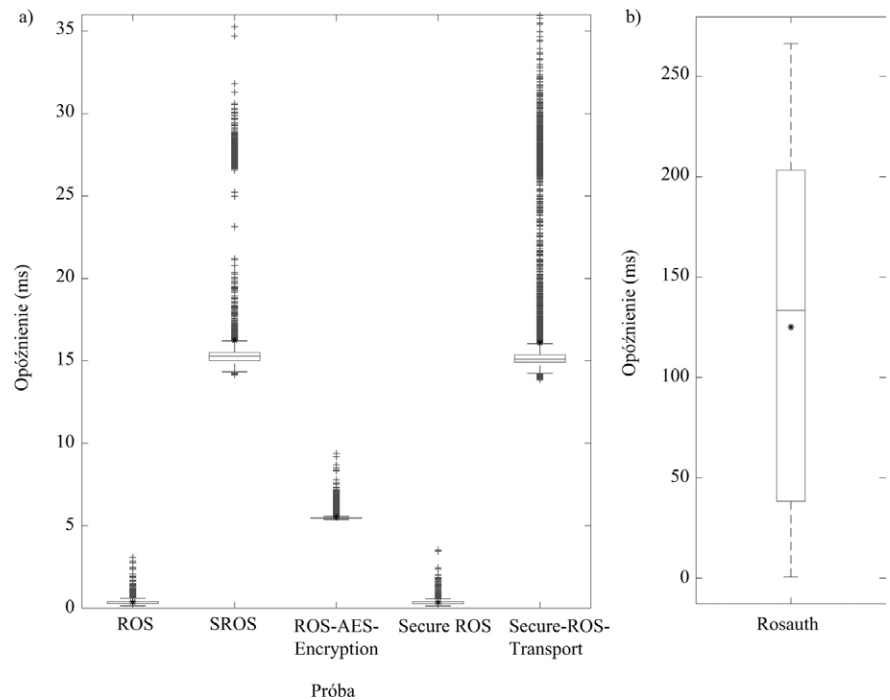
wiadomości w czasie trwania eksperymentu, który rozpoczął się z opóźnieniami wynoszącymi 0,7 s, podczas gdy na jego zakończeniu opóźnienia wynosiły 266,2 s. Z tego samego powodu co poprzednio testy dla 2,5 kHz i 7,5 kHz zostały pominięte dla *Rosauth*.

Na wykresach pudełkowych przedstawionych na rysunku 4 zilustrowano opóźnienie w dostarczeniu wiadomości dla każdej z testowanych propozycji w eksperymencie z przesyłaniem map przy częstotliwości 250 Hz. Tak jak poprzednio, średnia wartość dla 150 tysięcy transmisji została oznaczona czarną gwiazdką. Opóźnienia dla *Rosauth* przedstawiono na osobnym wykresie ze względu na wyraźną różnicę w rzędzie wielkości.

Dla wszystkich inicjatyw, z wyjątkiem rozwiązania *Rosauth*, średnie opóźnienie było nieco większe niż mediany. Oznacza to, że wartości opóźnień były prawostronnie skośne, to znaczy większość wartości była niższa od średniej i w konsekwencji obserwowano wartości odstające większe od górnego kwartyla dla każdego wykresu pudełkowego. Na podstawie analizy wykresów pudełkowych można było wywnioskować, że najmniejsze opóźnienia przesyłania wiadomości obserwowano w przypadku *Secure ROS*, potem dla *szyfrowania ROS-AES* i następnie w przypadku *SROS* wraz z *Secure-ROS-Transport*.

Opóźnienia transmisji pakietów, utraty i maksymalne osiągalne częstotliwości publikowania nie były jedynymi istotnymi kwestiami w analizie propozycji zapewnienia bezpieczeństwa dla ROS. Przeprowadzono jakościową analizę aspektów bezpieczeństwa każdego rozwiązania, głównie sprawdzając stopień, w jakim dostęp do danych został uniemożliwiony przez nieupoważnione podmioty z dostępem do sieci ROS, w której przesyłane były wiadomości.

ROS udostępnia kilka narzędzi wiersza polecenia, które pozwalają anonimowo pobrać listę używanych tematów (*rostopic list*), listę używanych węzłów (*roscnode list*), listę używanych usług (*roscrosservice list*), umożliwiają zamykanie działających węzłów (*roscnode kill <node>*), wyświetlanie wiadomości przesyłanych w temacie (*rostopic echo <topic>*) i wiele innych. W związku z tym



Rys. 4. Przegląd opóźnień P/S dla eksperymentów z mapami przy 250 Hz: a) opóźnienia publikacji/subskrypcji dla każdej próby w eksperymentach z przesyłaniem map z częstotliwością 250 Hz; b) opóźnienie publikacji/subskrypcji dla *Rosauth* w eksperymencie z przesyłaniem map z częstotliwością 250 Hz

Tabela 4. Dane zwracane przez każdą próbę na żądanie złożone w sieci ROS

| | ROS | SROS | Szyfrowanie ROS-AES | Secure ROS | Secure-ROS-Transport | Rosauth |
|---------------------|-----|------|---------------------|------------|----------------------|---------|
| rostopic list | + | - | + | - | + | + |
| roscnode list | + | - | + | + | + | + |
| roscrosservice list | + | - | + | + | + | + |
| roscnode kill | + | - | + | - | + | + |
| rostopic echo | + | - | - | - | - | + |

wykorzystano wyżej wymienione polecenia w sieci ROS i sprawdzono poziomy dostęp przyznawane przez każdą z propozycji zapewnienia bezpieczeństwa.

W tabeli 4 przedstawiono dane zwracane dla każdej z propozycji na żądanie złożone w sieci ROS przez nieautoryzowane węzły. W przypadku *SROS* można stwierdzić, że jest to podejście zapewniające wyższy poziom bezpieczeństwa, gdzie zapytania do nadrzędnego ROS z nieautoryzowanych węzłów pozostawały bez odpowiedzi. *Secure ROS* zapewniał także odpowiedni poziom bezpieczeństwa, nie pozwalając na

nieupoważniony dostęp do listy i przeglądania jakichkolwiek wiadomości w jakimkolwiek temacie ROS. Ponadto zabezpieczenie *Secure ROS* nie pozwalało na zamykanie węzłów. Zaskakujące było to, że z nieznanymi przyczyn można było pobrać listę węzłów i usług używanych przez ROS. Należy również zauważyć, że *SROS* zapewnia konfigurację dostępu na poziomie węzła, natomiast *Secure ROS* zapewnia konfigurację dostępu na poziomie komputera (filtrowanie adresów IP). Z tego powodu każde wywołane zapytanie, na przykład przez SSH z maszyny, na której uruchomiona

jest bezpieczna transmisja, zwróci dane w przypadku *Secure ROS*, ale już nie w przypadku użycia *SROS*.

W przeciwieństwie do *SROS* i *Secure ROS* inne rozwiązania nie stanowiły odpowiedniego zabezpieczenia nadrzędnego ROS, zapewniając w ten sposób nieodpowiednie poziomy autoryzacji. Wszystkie pozwalały na wyświetlanie tematów, węzłów i usług z poziomu ROS, a także na zamykanie węzłów bez autoryzacji. Jednakże wywołanie *rostopic echo* w przypadku rozwiązania *Secure-ROS-transport* nie dawało dostępu do wymienianych wiadomości, a w przypadku *szyfrowania ROS-AES* został wyświetlony niezrozumiały zaszyfrowany tekst.

W przypadku rozwiązania *Rosauth* zakłada się, że sieć ROS jest zaufana i zabezpieczane jest tylko połączenie pomiędzy nienatywnym klientem a interfejsem ROS, który następnie przekazuje niezabezpieczone wiadomości przez ROS. Tak więc, z punktu widzenia niniejszej analizy po stronie ROS, *Rosauth* działa tak, jak każda sieć ROS bez zabezpieczeń.

Ogólnie biorąc pod uwagę wszystkie przetestowane rozwiązania, *Secure ROS* i *SROS* są obecnie tymi, które mają największy potencjał do zwiększenia bezpieczeństwa ROS. *Secure ROS* zapewnia imponującą wydajność transmisji przy nieznanym obciążeniu i w sposób zadowalający uniemożliwia dostęp do danych osobom nieupoważnionym. *SROS* jest bez wątpienia najbezpieczniejszą przetestowaną inicjatywą, zapewniającą zadowalającą wydajność transmisji o dużej przepustowości. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę, że wciąż obie są w fazie rozwoju, to ciągle istnieje miejsce na ulepszenia. *Secure ROS* może zapobiegać nieautoryzowanemu dostępowi do listy węzłów i usług używanych przez ROS oraz umożliwiać autoryzację na poziomie węzłów, podczas gdy *SROS* może obsługiwać bibliotekę *roscpp* ROS C++ oraz zapewniać łatwiejszą instalację i wdrażanie funkcjonalności.

Cyberbezpieczeństwo robotów należy rozwiązać na kilku różnych poziomach. W tej pracy skupiono się na bezpieczeństwie systemu operacyjnego robota (ROS). Oprócz zapewnienia bezpiecznej komunikacji komponentów ROS ważne

jest również zabezpieczenie innych komponentów całego systemu robotycznego. Na przykład sieć, w której działają roboty, powinna być nieprzenikalna, wykorzystując zabezpieczenia WPA2 + AES, ukrywanie SSID, filtrowanie adresów MAC, statyczne adresy IP i wszelkie inne szeroko udokumentowane środki bezpieczeństwa.

Jakikolwiek dostęp nienatywnych klientów ROS powinien korzystać z bezpiecznych połączeń i uwierzytelniania SSL/HTTPS w celu weryfikacji tożsamości klienta. Sieć ROS można wdrożyć w ramach sieci VPN, aby zachować bezpieczeństwo i prywatność w komunikacji sieciowej. Należy zdefiniować reguły zapory zezwalające na ruch tylko na określonych, a nie na domyślnych portach z określonych adresów IP, logowanie robota przez SSH powinno zostać wyłączone, powinno zostać wymuszone używanie silnych haseł uwierzytelniania na poziomie użytkownika, a także zapewnione szyfrowanie przechowywanych danych. Ponadto należy stosować metody starannej ochrony i wymiany kluczy kryptograficznych oraz utrzymania certyfikatów, obowiązkowych podpisów cyfrowych i poziomów dostępu, umożliwiających ich bezpieczne przechowywanie [37].

Podsumowanie i przyszłe perspektywy

Pomimo że ogólna poprawa cyberbezpieczeństwa robota nie jest prostym zadaniem, to ważne jest uwzględnienie od samego początku takich zaleceń, jak: bezpieczne cykle życia oprogramowania, szyfrowanie komunikacji robota, aktualizowanie oprogramowania, udzielenie dostępu tylko autoryzowanym użytkownikom, dostarczanie metod przywracania robota do bezpiecznego stanu fabrycznego, wdrażanie najlepszych praktyk w zakresie bezpieczeństwa cybernetycznego, edukowanie osób zajmujących się rozwojem robotów i kadry kierowniczej w zakresie cyberbezpieczeństwa, zapewnianie użytkownikom możliwości wyrażania opinii na temat potencjalnych luk w zabezpieczeniach oraz promowanie audytów bezpieczeństwa przed fazą produkcji. W tym celu niezbędne jest egzekwowanie wczesnych

i zapobiegawczych zasad bezpiecznego projektowania dla aplikacji robotów.

Celem tego rozdziału była identyfikacja potencjalnych zagrożeń dla bezpieczeństwa i prywatności w powszechnie stosowanym ROS, podnosząc w ten sposób świadomość na temat cyberbezpieczeństwa robotów i potrzebę dopracowania branżowych zasad bezpieczeństwa, tak aby uniknąć konsekwentnego wprowadzenia niepewnych robotów na rynek.

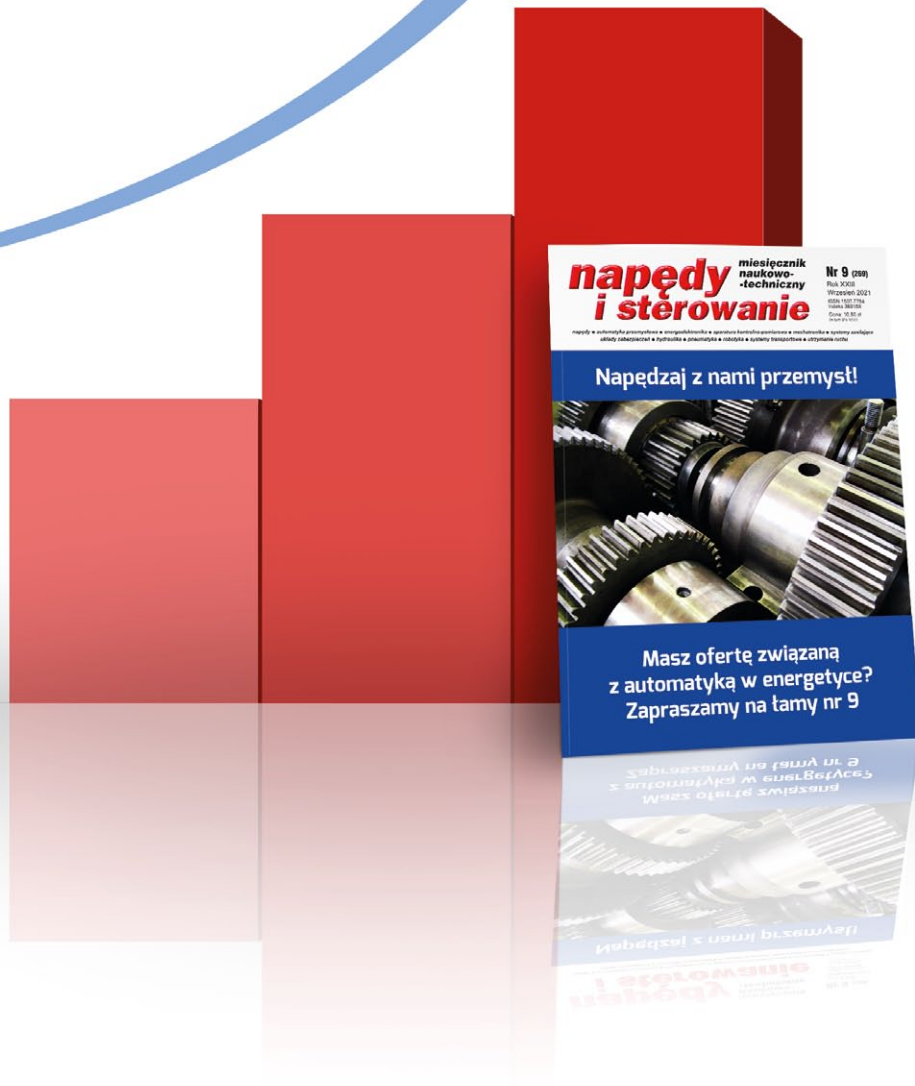
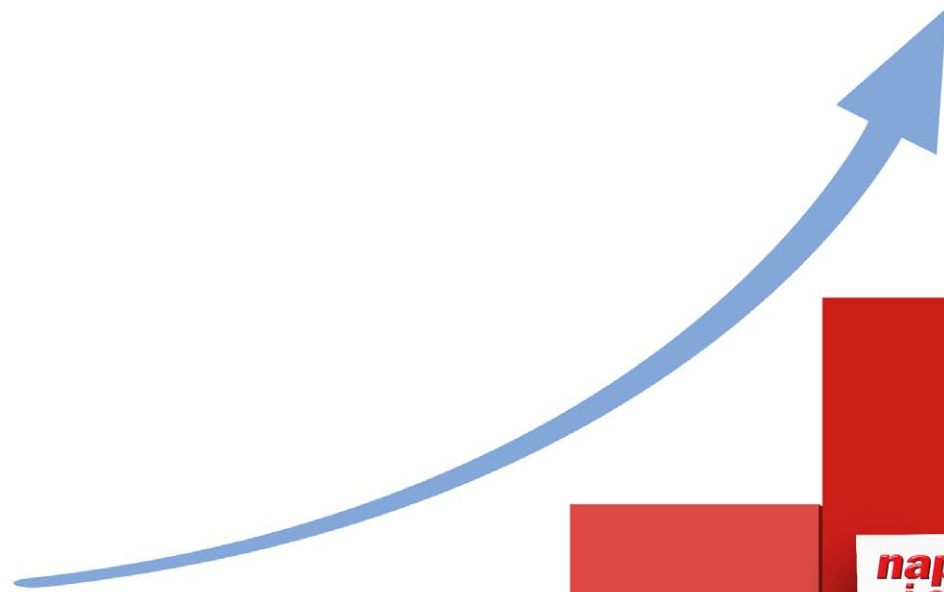
Oprócz dogłębnej analizy literatury dotyczącej bezpieczeństwa danych w robotyce ujawniono kilka błędów bezpieczeństwa w powszechnie przyjętym rozwiązaniu ROS oraz przedstawiono analizę propozycji mających na celu zabezpieczenie aplikacji robotów bazujących na ROS. Podano również ogólne zalecenia i środki bezpieczeństwa na różnych poziomach do kierowania wdrażaniem i rozlokowaniem systemów bazujących na jednym lub wielu robotach. W przyszłości planowane jest opracowanie komercyjnie użytecznego systemu opartego na ROS dla wielu robotów, który byłby przeznaczony do monitorowania infrastruktury obejmującej kluczowe środki bezpieczeństwa cybernetycznego i prywatności, w ramach trwającego projektu R&D STOP.

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



Postaw na rozwój

Zestawienie firm - automatyka przemysłowa

| Dane firmy | Profil działalności |
|---|--|
| Napędy | |
| <p>CANTONI GROUP ul. 3 Maja 28 43-400 Cieszyn</p> | <p>tel. 33 813 87 00 fax 33 813 87 01 e-mail: motor@cantonigroup.com www.cantonigroup.com</p> <p>Grupa Cantoni to największy w Polsce producent silników elektrycznych w zakresie mocy od 0,04 kW do 6000 kW oraz hamulców. Silniki elektryczne są produkowane przez firmy: Besel SA w Brzegu, Celma Indukta SA w Cieszynie i Bielsku-Białej, Emit SA w Żychlinie. Hamulce produkuje firma Ema-Elfa Sp. z o.o. w Ostrzeszowie.</p> |
|  <p style="text-align: center;">Silniki w zakresie mocy od 0,04kW do 6000kW</p> <p style="text-align: center;">www.cantonigroup.com </p> | |
| <p>MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków</p> | <p>tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl</p> <p>Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.</p> |
| <p>SimTec Sp. z o.o. Mickiewicza 29 40-085 Katowice</p> | <p>tel. 32 207 23 29 e-mail: office@simtec.com.pl www.simtec.com.pl</p> <p>Jako międzynarodowy certyfikowany Siemens Partner Solutions świadczymy usługi w zakresie projektowania, programowania i uruchamiania systemów sterowania i wizualizacji Simatic S7/PCS7/Drives w obszarach Process Control System i Factory Automation. Oprócz projektów PLC, systemów HMI/SCADA, TIA Portal i innych, sprawnie i bezpiecznie migrujemy stare, np. Simatic S5, ABB, Mitsubishi, GE Fanuc.</p> |
| <p>Steinlen Polska Sp. z o.o. ul. W. Grabskiego 4/8 63-500 Ostrzeszów</p> | <p>tel. 62 732 23 50 fax 62 732 23 51 marketing@steinlenpolska.pl</p> <p>Steinlen Polska Sp. z o.o. jest autoryzowanym przedstawicielem firmy Bauer Gear Motor GmbH. Prowadzimy sprzedaż oraz serwis motoreduktorów, silników, przekładni, hamulców i sprzęgieł.</p> |
| Automatyka przemysłowa | |
| <p>Askom Sp. z o.o. 44-100 Gliwice ul. Józefa Sowińskiego 13</p> | <p>tel. 32 301 81 00 e-mail: biuro@askom.pl www.askom.pl</p> <p>ASKOM jest integratorem systemów automatyki, zarządzania produkcją (MES/MOM) oraz producentem oprogramowania przemysłowego. Klienci otrzymują z jednego źródła rozwiązania, które integrują systemy produkcyjne z systemami zarządzania, mając na celu minimalizację kosztów i maksymalizację efektywności produkcji. Oferujemy projektowanie i wykonanie „pod klucz” systemów dla maszyn, linii produkcyjnych, procesów przemysłowych i kompletnych zakładów.</p> |
| <p>AUTOMATECH Sp. z o.o. ul. Ewy 2 05-816 Opacz-Kolonia</p> | <p>tel. 22 753 24 80 biuro.warszawa@automatech.pl www.automatech.pl www.automatechsklep.pl www.bezpieczenstwo-maszyn.com</p> <p>Projektujemy i wdrażamy aplikacje automatyki przemysłowej. Realizujemy indywidualne zlecenia oraz oferujemy sprawdzone rozwiązania techniczne gotowe do realizacji. Jesteśmy ekspertami w zakresie bezpieczeństwa na liniach produkcyjnych. Oferujemy usługi inżynierskie oraz dystrybuujemy komponenty automatyki.</p> |

| Automatyka przemysłowa (cd.) | | |
|---|--|---|
| DACPOL Sp. z o.o. ul. Puławska 34 05-500 Piaseczno | tel. 22 703 51 00 fax 22 703 51 01 e-mail: dacpol@dacpol.eu www.dacpol.eu | Firma DACPOL specjalizuje się w kompleksowych dostawach podzespołów do: ENERGOELEKTRONIKI, ELEKTROTECHNIKI, ELEKTRONIKI, AUTOMATYKI i ENERGETYKI. Zajmujemy się nie tylko działalnością techniczno-handlową, ale również doradczą, usługową i produkcyjną. Reprezentujemy ponad 200 czołowych producentów. |
| Fatek Polska Sp. z o.o. ul. Mierzeja Wiślana 6 30-732 Kraków | tel. 533 329 921 e-mail: info@fatekpolka.pl www.fatek.pl | Oferujemy kompleksową automatyzację maszyn. Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem sterowników PLC, paneli operatorskich HMI oraz serwonapędów firmy Fatek. Oferujemy kompleksowe wsparcie w zakresie doradztwa technicznego, doboru komponentów oraz pełnego wsparcia dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia. |
| FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady | tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com | Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych. |
| Fabryka Kabli MADEX Sp.j. ul. Żurawia 96 05-462 Wiązowna | tel. 22 780 36 00 e-mail: madex@madex.pl www.madex.pl | Fabryka Kabli MADEX jest uznanym dostawcą dla największych odbiorców kabli z branży telekomunikacyjnej i teleinformatycznej. Firma specjalizuje się w produkcji kabli i przewodów: teleinformatycznych, górniczych, telekomunikacyjnych, szerokopasmowych, ognioodpornych i bezhalogenowych, współosiowych, sygnalizacyjnych dla automatyki i sterowania. |
| MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków | tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl | Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu. |
| SABUR Sp. z o.o. ul. Puławska 303 02-785 Warszawa | tel. 22 549 43 53 e-mail: sabur@sabur.com.pl www.sabur.com.pl | Naszą specjalnością są systemy automatyki o otwartej architekturze, szeroko wykorzystujące technologie internetowe. Oferujemy nowoczesne rozwiązania, kompatybilne z innymi podsystemami, pozwalające na swobodną rozbudowę i komunikację z produktami firm trzecich, z możliwością włączenia w kompleksowe systemy zarządzania. Gwarantujemy ciągłość rozwoju technologicznego i wsparcie w trakcie całego cyklu życia instalacji. |
| SimTec Sp. z o.o. Mickiewicza 29 40-085 Katowice | tel. 32 207 23 29 e-mail: office@simtec.com.pl www.simtec.com.pl | Jako międzynarodowy certyfikowany Siemens Partner Solutions świadczymy usługi w zakresie projektowania, programowania i uruchamiania systemów sterowania i wizualizacji Simatic S7/PCS7/Drives w obszarach Process Control System i Factory Automation. Oprócz projektów PLC, systemów HMI/SCADA, TIA Portal i innych, sprawnie i bezpiecznie migrujemy stare, np. Simatic S5, ABB, Mitsubishi, GE Fanuc. |
| SKAMER-ACM Sp. z o.o. ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów | tel. 14 63 23 400 e-mail: tarnow@skamer.pl www.skamer.pl | SKAMER-ACM to firma z ponad 30-letnim doświadczeniem w zakresie szeroko pojętej automatyki przemysłowej, od prostych urządzeń pomiaru, regulacji, sterowania i rejestracji, po zaawansowane układy sterowania i robotykę (projektowanie, programowanie, montaż, rozruch, serwis); systemy wizualizacji i monitoringu energii; OZE; audyty i ekspertyzy specjalistyczne. |

| Automatyka przemysłowa (cd.) | | |
|--|--|--|
| <p>TELMATIK 81-577 Gdynia ul. Księżycowa 20</p> | <p>tel. kom. 502 093 233 tel. centrala 58 624 95 05 e-mail: telmatik@telmatik.pl www.telmatik.pl</p> | <p>Od 2002 roku oferujemy tanie i proste PLC firmy Array Electronics serii AF i SR oraz zaawansowane APB – szybkie liczniki, generatory do 10 kHz, bloki arytmetyczne, RTC, Modbus RTU. Program narzędziowy z symulacją, podpowiedzi rozwiązania, instrukcje są na www.telmatik.pl. Towar typowo wysyłamy w ciągu 24 h.</p> |
| <p>TWT AUTOMATYKA ul. Wafłowa 1 02-971 Warszawa</p> | <p>tel./fax 22 648 20 89 e-mail: twt@tw.com.pl www.twt.com.pl</p> | <p>TWT to polski producent indukcyjnych czujników zbliżeniowych i czujników optycznych, obecny na rynku od 1999 r. Nasze wyroby charakteryzują się wysokim stopniem zaawansowania technicznego, dużą niezawodnością i wytrzymałością. Zapraszamy na naszą stronę www.twt.com.pl i do sklepu internetowego.</p> |
| Energoelektronika | | |
| <p>DACPOL Sp. z o.o. ul. Puławska 34 05-500 Piaseczno</p> | <p>tel. 22 703 51 00 fax 22 703 51 01 e-mail: dacpol@dacpol.eu www.dacpol.eu</p> | <p>Firma DACPOL specjalizuje się w kompleksowych dostawach podzespołów do: ENERGOELEKTRONIKI, ELEKTROTECHNIKI, ELEKTRONIKI, AUTOMATYKI i ENERGETYKI. Zajmujemy się nie tylko działalnością techniczno-handlową, ale również doradczą, usługową i produkcyjną. Reprezentujemy ponad 200 czołowych producentów.</p> |
| <p>FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p> | <p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p> | <p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych. |
| Aparatura kontrolno-pomiarowa | | |
| <p>AXIS Sp. z o.o. ul. Kartuska 375 b 80-125 Gdańsk www.axis.pl</p> | <p>tel. 58 320 63 80 e-mail: g.kosecki@axis.pl</p> | <p>Szeroki wybór wag elektronicznych własnej produkcji. Nasze produkty wykorzystywane są tam, gdzie stawiane są najwyższe wymagania co do dokładności, niezawodności i odporności na czynniki środowiskowe. Oferujemy także dynamometry (siłomierze), urządzenia do pomiaru momentu siły i nowoczesne akcesoria do nich.</p> |
| <p>DACPOL Sp. z o.o. ul. Puławska 34 05-500 Piaseczno</p> | <p>tel. 22 703 51 00 fax 22 703 51 01 e-mail: dacpol@dacpol.eu www.dacpol.eu</p> | <p>Firma DACPOL specjalizuje się w kompleksowych dostawach podzespołów do: ENERGOELEKTRONIKI, ELEKTROTECHNIKI, ELEKTRONIKI, AUTOMATYKI i ENERGETYKI. Zajmujemy się nie tylko działalnością techniczno-handlową, ale również doradczą, usługową i produkcyjną. Reprezentujemy ponad 200 czołowych producentów.</p> |
| <p>FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p> | <p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p> | <p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych. |

| Systemy zasilające | | |
|---|---|--|
| <p>FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p> | <p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p> | <p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych. |
| Układy zabezpieczeń | | |
| <p>FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p> | <p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p> | <p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych. |
| <p>SIBA Polska Sp. z o.o. ul. Warszawska 300 D 05-082 Stare Babice</p> | <p>tel. 22 832 14 77 tel. kom. 603 567 198 tel. kom. 601 241 236 siba@siba-bezpieczniki.pl www.siba-bezpieczniki.pl</p> | <p>Bezpieczniki do ochrony półprzewodników (ultraszybkie), bezpieczniki przemysłowe, bezpieczniki trakcyjne, stałoprądowe, bezpieczniki w wykonaniu morskim oraz górnicze, bezpieczniki dla średnich napięć, bezpieczniki w standardach: brytyjskim, amerykańskim, francuskim, europejskim, bezpieczniki do obwodów fotowoltaicznych, bezpieczniki subminiaturowe SMD, bezpieczniki miniaturowe, gniazda i podstawy bezpiecznikowe.</p> |
| <p>www.nis.com.pl</p> | |  <p>Nasze bezpieczniki zapewniają bezpieczeństwo ludziom, maszynom, systemom. Niezawodnie.</p> |
| <p>SimTec Sp. z o.o. Mickiewicza 29 40-085 Katowice</p> | <p>tel. 32 207 23 29 e-mail: office@simtec.com.pl www.simtec.com.pl</p> | <p>Jako międzynarodowy certyfikowany Siemens Partner Solutions świadczymy usługi w zakresie projektowania, programowania i uruchamiania systemów sterowania i wizualizacji Simatic S7/PCS7/Drives w obszarach Process Control System i Factory Automation. Oprócz projektów PLC, systemów HMI/SCADA, TIA Portal i innych, sprawnie i bezpiecznie migrujemy stare np. Simatic S5, ABB, Mitsubishi, GE Fanuc.</p> |
| Hydraulika | | |
| <p>WROPOL Engineering Sp. z o.o. Lutynia ul. Wróblowicka 3 55-330 Miękinia</p> | <p>tel. 71 317 12 18 e-mail: hydraulika@wropol.pl www.wropol.pl</p> | <p>Projektowanie i produkcja elementów hydrauliki siłowej oraz maszyn z napędem hydraulicznym. Siłowniki hydrauliczne do Ø500, multiplikatory, agregaty hydrauliczne, zawory Z0, ZZ, ZDZ, ZSZ, prasy BISON Euro, AL, BISON CNC do brykietowania trocin i wiórów AL oraz maszyny i urządzenia technologiczne.</p> |

| Robotyka | | |
|---|--|--|
| <p>AUTOMATECH Sp. z o.o. ul. Ewy 2 05-816 Opacz-Kolonia</p> | <p>tel. 22 753 24 80 biuro.warszawa@automatech.pl www.automatech.pl www.automatechsklep.pl www.bezpieczenstwo-maszyn.com</p> | <p>Dostosowujemy linie produkcyjne do wymagań nowoczesnej fabryki. Integrujemy cele robotyczne oraz coboty z liniami produkcyjnymi: projektujemy optymalne rozwiązania, wdrażamy projekty, szkolimy obsługę. NOWOŚĆ – zamów u nas pomiar siły cobota.</p> |
| Systemy transportowe | | |
| <p>SimTec Sp. z o.o. Mickiewicza 29 40-085 Katowice</p> | <p>tel. 32 207 23 29 e-mail: office@simtec.com.pl www.simtec.com.pl</p> | <p>Jako międzynarodowy certyfikowany Siemens Partner Solutions świadczymy usługi w zakresie projektowania, programowania i uruchamiania systemów sterowania i wizualizacji Simatic S7/PCS7/Drives w obszarach Process Control System i Factory Automation. Oprócz projektów PLC, systemów HMI/SCADA, TIA Portal i innych, sprawnie i bezpiecznie migrujemy stare, np. Simatic S5, ABB, Mitsubishi, GE Fanuc.</p> |
| Utrzymanie ruchu | | |
| <p>AUTOMATECH Sp. z o.o. ul. Ewy 2 05-816 Opacz-Kolonia</p> | <p>tel. 22 753 24 80 biuro.warszawa@automatech.pl www.automatech.pl www.automatechsklep.pl www.bezpieczenstwo-maszyn.com</p> | <p>Nasz zespół inżynierski wdraża aplikacje usprawniające linie produkcyjne, gwarantujące prawidłowy przebieg procesów. Modernizujemy linie i maszyny pod kątem bezpieczeństwa. Usprawniamy kontrolę jakości poprzez wdrożenie systemów wizyjnych. Dostosujemy maszyny do wymogów UE pod kątem bezpieczeństwa.</p> |
| <p>FINDER Polska Sp. z o.o. ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p> | <p>tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com</p> | <p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekaźniki przemysłowe i mocy; • przekaźniki interfejsowe; • przekaźniki półprzewodnikowe; • przekaźniki nadzorcze i czasowe; • przekaźniki bistabilne; • urządzenia do termoregulacji przemysłowej; • zasilacze impulsowe; • moduły serwisowe i wiele innych. |
| <p>MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków</p> | <p>tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl</p> | <p>Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.</p> |
| <p>SimTec Sp. z o.o. Mickiewicza 29 40-085 Katowice</p> | <p>tel. 32 207 23 29 e-mail: office@simtec.com.pl www.simtec.com.pl</p> | <p>Jako międzynarodowy certyfikowany Siemens Partner Solutions świadczymy usługi w zakresie projektowania, programowania i uruchamiania systemów sterowania i wizualizacji Simatic S7/PCS7/Drives w obszarach Process Control System i Factory Automation. Oprócz projektów PLC, systemów HMI/SCADA, TIA Portal i innych, sprawnie i bezpiecznie migrujemy stare, np. Simatic S5, ABB, Mitsubishi, GE Fanuc.</p> |
| <p>Wytwórnia Sprzętu Elektroenergetycznego AKTYWIZACJA ul. Stadionowa 24 31-751 Kraków</p> | <p>tel. 12 644 08 92 e-mail: wse@aktywizacja.com.pl www.aktywizacja.com.pl</p> | <p>WSE Aktywizacja produkuje, prowadzi serwis i badania okresowe elektroenergetycznego sprzętu ochronnego. W ofercie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • drążki izolacyjne: uniwersalne UDI, teleskopowe TDI; • uziemiacze: przenośne, uszyniacze; • wskaźniki: niskiego, średniego i wysokiego napięcia, uzgadniacze faz; • przyrządy, mierniki i detektory pola elektrycznego; • wyroby elektroizolacyjne z gumy oraz inny sprzęt ochronny BHP. |



Jacek Kotarbiński

MARKA 5.0. Człowiek i technologie: jak tworzą nowe wartości?

Wydawnictwo Naukowe PWN
Wydanie: 2021

Świat się zmienił. I już nie będzie taki sam. 1 stycznia 2021 roku świat się nie poddał i włączył 5 bieg. Ucieka do przodu. Nie padł na kolana.

Marka 5.0 jest moją pierwszą książką o tworzeniu i rozwoju wartości marki. Po trzydziestu latach pasjonującej przygody z marketingiem chcę zbudować nowe otwarcie na kolejną dekadę XXI wieku. Zarówno dla polskich przedsiębiorców, którzy pragną rozwijać się na globalnych rynkach, jak i osób związanych z marketingiem, począwszy od studentów, pasjonatów, specjalistów, innowatorów i naukowców. (...) Zmiany, których doświadczył biznes w roku 2020, najsilniej odczuli mali i średni przedsiębiorcy. Pora podnieść głowy, czas na odbudowę. Czas na Marketing 5.0. Czas na Markę 5.0. Czas na Polskę 5.0.



Hadelin de Ponteves

Sztuczna inteligencja.

Błyskawiczne wprowadzenie do uczenia maszynowego, uczenia ze wzmocnieniem

Wydawca: Helion
Wydanie: 2021

Grono entuzjastów sztucznej inteligencji stale rośnie. Jest już bowiem jasne, że stanowi ona dostępną metodę zmiany świata na lepsze. Pełnymi garściami ze zdobyczy AI czerpią naukowcy, analitycy danych, przedsiębiorcy i menedżerowie, a nawet politycy i ekonomiści. Jej możliwości wydają się dziś nieograniczone – aby je wykorzystać, wystarczy zdobyć gruntowną wiedzę i dobrze zrozumieć podstawy sztucznej inteligencji. Na pierwszy rzut oka nie są to trudne zadania. Choćby ze względu na dostęp do wielu artykułów, kursów czy książek o technologiach sztucznej inteligencji. Jednak w tym nadmiarze materiałów bardzo trudno dokonać właściwego dla siebie wyboru.

To kompletny, zwięzły przewodnik po świecie sztucznej inteligencji. Znalazły się tu przejrzyste wyłożone podstawy i bardziej zaawansowane zagadnienia. Wyjaśniono, jak najlepiej zabrać się do tworzenia systemów AI wykorzystujących uczenie ze wzmocnieniem oraz głębokie uczenie. Krok po kroku pokazano, jak zrealizować pięć praktycznych projektów. To książka skierowana zarówno do studentów, jak i naukowców, menedżerów czy przedsiębiorców – dowiedzą się z niej, jak zbudować inteligentne oprogramowanie przy użyciu najlepszych i najprostszych narzędzi do programowania AI. Co ważne, aby w pełni z niej skorzystać, nie trzeba posiadać umiejętności programowania.

Dzięki tej książce:

- opanujesz kluczowe umiejętności związane z uczeniem maszynowym;
 - zrozumiesz Q-learning oraz głęboki Q-learning;
 - poznasz takie narzędzia, jak TensorFlow, Keras czy PyTorch;
 - będziesz samodzielnie tworzyć takie projekty, jak wirtualny samochód;
 - wykorzystasz AI do rozwiązywania rzeczywistych problemów biznesowych;
 - nauczysz się budować inteligentne roboty.
- Oto Twoja świetlana przyszłość w świecie AI!



Marek Wiktor Szelerski

Robotyka przemysłowa.

Teoria, budowa, eksploatacja

Wydawca: KaBe
Wydanie: 2021

Książka zawiera przystępne omówienie budowy i kinematyki manipulatorów. Zawiera też opisy podstaw programowania, zasady eksploatacji i bezpieczeństwa.

Książka ta jest przeznaczona dla osób związanych z pracą w służbach utrzymania ruchu parku maszynowego przedsiębiorstw, programistów, operatorów manipulatorów oraz osób odpowiedzialnych za modernizowanie lub projektowanie stanowisk, centrów i linii produkcyjnych. Może ona również stanowić uzupełnienie literatury dla hobbyistów, uczniów techników oraz studentów kształcących się w kierunkach robotyka, elektronika, mechatronika, mechanika i innych.



Marek Wiktor Szelerski

Automatyka przemysłowa w praktyce.

Projektowanie, modernizacja i naprawa

Wydanie: 2021
Wydawca: KaBe

Książka zawiera omówienie technicznych aspektów projektowania, modernizacji i naprawy układów automatyki przemysłowej.

Omówiono w niej: ocenę ryzyka maszyn, zasady projektowania układów automatyki, napędy, przekładnie oraz czujniki stosowane w maszynach.

TEMATYKA

napędy i sterowanie

miesięcznik
naukowo-
-techniczny

Nr 7-8 (267-268)

Rok XXIII
Lipiec–Sierpień 2021

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



Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na www.nis.com.pl

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.

| 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 |



THE SPIRIT OF CREATIVITY

100 years KROHNE

Kreatywność wyzwala nowatorskie pomysły w obliczu trudnych wyzwań

Od 1921 roku duch kreatywności kształtuje kulturę korporacyjną KROHNE, czyniąc nas tym, kim jesteśmy dzisiaj: jednym z wiodących międzynarodowych dostawców **technologii pomiarów procesowych**, z ponad 4 tysiącami pracowników w ponad 100 krajach na całym świecie.

WARTOŚĆ DODANA – 100 lat myślenia o „rozwiązaniach” zamiast o „produktach”

PIONIERSKOŚĆ – 100 lat **szukania rozwiązań** tam, gdzie wcześniej ich nie było

SZTUKA – 100 lat wyjątkowego **połączenia ze sztuką**

KULTURA RODZINNA – 100 lat **uznania** ze strony klientów, partnerów i pracowników



Wykorzystaj ducha naszej kreatywności: 100-years-krohne.com