

napędy i sterowanie

miesięcznik
naukowo-
-techniczny

Nr 2 (274)

Rok XXIV

Luty 2022

ISSN 1507-7764

Indeks 36018X

Cena: 21,60 zł
(w tym 8% VAT)

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



Bezpieczeństwo bez kompromisów

Zapewnij bezpieczne środowisko pracy
w swojej firmie dzięki rozwiązaniom RS

 Więcej na pl.rs-online.com

BEST
Quality Employer
2021 



Symbol Rozwoju
Biznesu **2021**

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (273) Styczeń	AUTOMATYKA I ROBOTYKA	<ul style="list-style-type: none"> • Nowe technologie • Roboty przemysłowe • Termowizja • Aparatura kontrolno-pomiarowa • Systemy mechatroniczne • Oleje, środki smarne • Odnawialne źródła energii • Maszyny budowlane, pojazdy i sprzęt specjalistyczny
2 (274) Luty	EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE TECHNOLOGIA DLA PRZEMYSŁU ENERGETYCZNEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo w przemyśle • Automatykacja produkcji • Bezpieczeństwo sieci przemysłowych • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Hydraulika siłowa
3 (275) Marzec	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 • Automatykacja transportu szynowego • Efektywność w energetyce • Napędy • Oleje, środki smarne • Energetyka odnawialna
4 (276) Kwiecień	BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH	<ul style="list-style-type: none"> • Techniki pakowania i opakowań, systemy ważące i dozujące • Systemy znakujące, RFID i kontroli w przemyśle • Hydraulika w technice mobilnej • Sterowanie procesami • Efektywność energetyczna • Systemy transportowe • Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych • Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji • Przesył energii • Cyberbezpieczeństwo
5 (277) 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 (278) 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 (279/280) 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 (281) 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 • Utrzymanie ruchu w przemyśle
10 (282) Październik	INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA PRZEMYSŁOWE PRZEMYSŁ 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulika, pneumatyka i sterowanie • Diagnostyka • Inteligentne układy zasilania • Systemy mechatroniczne • Bezpieczeństwo w przemyśle • Napędy hybrydowe i elektryczne • Oleje, środki smarne • Energia odnawialna
11 (283) 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 (284) Grudzień	CYFRYZACJA W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Inteligentny budynek • Bezpieczeństwo w przemyśle • Systemy mechatroniczne • Napędy elektryczne i hydrauliczne • Cyberbezpieczeństwo

Adres redakcji:

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

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

Redaguje Zespół: Katarzyna Zając, Ludmiła Urbińska, Ryszard Klencz

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

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

Marketing:

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

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

Podstawowa korekta tekstu: Marta Chamów

Rada Programowa:

- prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kolek – przewodniczący
- prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Balawender
- prof. Marek Bergander
- prof. zw. dr hab. inż. Witold Byrski
- dr inż. Rafał Hein
- prof. inż. Jaroslav Homišin
- dr inż. Ryszard Jasiński
- prof. zw. dr hab. inż. Marek Jaszczuk
- prof. zw. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz
- dr hab. inż. Grzegorz Karoń
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski
- prof. zw. dr hab. inż. Adam Klich
- dr hab. inż. Roman Krok
- prof. zw. dr hab. inż. Igor Piotr Kurytnik
- dr inż. Jacek Paraszczak
- prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski
- dr hab. inż. Krzysztof 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. Wacław Kolek

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

Patronat honorowy:

Instytut Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki
i Inżynierii Biomedycznej
Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Łódzkiej

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

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

Szanowni Państwo!

Bezsprzecznie żyjemy w kraju o strategicznym znaczeniu. Polska położona w sercu Europy stanowi doskonały punkt, który przecinają szlaki komunikacyjne, a ponadto jest ważnym gospodarczym „przysiółkiem” łączącym Zachód ze Wschodem.

Po trudnym okresie przemian systemowych rozwijamy się gospodarczo, a pojawiające się inwestycje świadczą o tym, że znaczące światowe firmy widzą w Polsce świetne miejsce i partnera dla produkcji i dystrybucji swoich produktów oraz stosowania nowych rozwiązań.

Ostatnie lata w gospodarce polskiej i światowej to jednak powtarzające się pytania w obliczu poważnego wyzwania energetycznego – jak zapewnić niezawodne i niedrogo dostawy energii w obliczu gwałtownie rosnącego popytu i w świetle obaw o środowisko naturalne. Co roku spala się miliony ton paliw kopalnych w celu wytworzenia energii elektrycznej, co powoduje generowanie niepotrzebnie dużych ilości spalnego dwutlenku węgla oraz powiększanie globalnego ocieplenia. W obliczu postępujących zmian klimatu naszą największą nadzieją na znaczne zmniejszenie emisji jest skuteczniejsze wykorzystanie dostępnych zasobów energii i poprawa efektywności energetycznej. Jak podają niektóre źródła, najbardziej wydajne gospodarki, przy wykorzystaniu tej samej ilości energii, generują prawie 16 razy większe PKB niż gospodarki najmniej wydajne. Dodatkowo galopujące ceny energii i widmo utraty konkurencyjności lub dla innych podmiotów redukcja śladu węglowego są motywacją do zwiększania efektywności energetycznej przedsiębiorstw i instytucji. Efektywność energetyczna jest bowiem najczystszy i najtańszy sposobem zaspokojenia zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą, w szczególności wobec zachodzącej transformacji energetycznej.

Zgodnie z unijną zasadą *Energy Efficiency First*, efektywności energetycznej powinno być nadawane pierwszeństwo w ramach transformacji energetycznej. 14 lipca 2021 roku Komisja Europejska opublikowała pakiet kilkunastu aktów prawnych pod szyldem *Fit for 55*. To oficjalny początek dyskusji na temat działań służących realizacji celu pośredniego na drodze do neutralności klimatycznej, czyli redukcji emisji CO₂ w Unii Europejskiej o 55% w roku 2030 w porównaniu do 1990 r. Zanim te zasady ostatecznie wejdą w życie, muszą zostać zaakceptowane przez państwa UE oraz Parlament Europejski. Negocjacje potrwać co najmniej rok, a najpóźniej 2 lata. Zmiany zaczną więc obowiązywać najwcześniej od 2024 r., jednak już teraz trzeba się zacząć zastanawiać, jak je wprowadzić z korzyścią dla klimatu i gospodarki.

Co oznacza wprowadzenie tych zasad unijnych dla Polski? Polska energetyka musi ograniczać emisje, inaczej produkcja energii będzie coraz droższa. Konieczny jest rozwój dziedzin nauki i przemysłu, które odpowiadają za wytwarzanie energii z OZE oraz energii jądrowej. Branże szczególnie narażone na wzrost cen uprawnień powinny otrzymać wsparcie dla niskoemisyjnych inwestycji z pieniędzy pochodzących z systemu ETS. Należy zadbać o przeznaczenie całości przychodów ze sprzedaży uprawnień do emisji CO₂ na cele transformacji przemysłowej i energetycznej. W okresie przejściowym warto zadbać o zapewnienie funduszu socjalnego, skierowanego do gospodarstw domowych szczególnie narażonych na gwałtowny wzrost cen energii.

Wobec takich okoliczności pozostaje nam obserwować polską i światową gospodarkę, która – pomimo cywilizacyjnych „doskonałości” – ciągle pozostaje istotnym źródłem niepewności.

Katarzyna Zając
Redaktor naczelna





Str. 6

Optymalizacja zużycia energii, innowacyjność w pomiarze energii elektrycznej



Str. 10

NOARK Electric - jakość, na której możesz polegać



Str. 14

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



Str. 16

Systemy napędowe do szypów dostępowych. Budowa tunelu kanalizacyjnego w Abu Zabi

CO W NUMERZE

- 5 Nowości techniczne
- 62 Zestawienie firm
- 65 Biblioteka

Nauka

- 28 Bateria trakcyjna z podwyższonym poziomem ochrony przeciwporażeniowej - E. Król, M. Maciążek, T. Glinka
- 32 Stacja szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych - J. Bernatt, S. Gawron, T. Glinka, A. Polak
- 36 Przepływowa mikroelektrownia wodna - Z. Goryca, G. Peczkis
- 38 Rodzaje linii produkcyjnych - A. Nicał, E. Szmigiera, K. Protchenko, K. Kaczorek
- 54 Sterowanie formacją robotów mobilnych z wykorzystaniem funkcji sztucznych potencjałów - K. Kozłowski, W. Kowalczyk

Technologie i produkty

- 6 Optymalizacja zużycia energii, innowacyjność w pomiarze energii elektrycznej - FINDER Polska Sp. z o.o.
- 9 NOARK wprowadza na rynek produkty dla infrastruktury elektromobilności - NOARK Electric Sp. z o.o.
- 10 NOARK Electric - jakość, na której możesz polegać - NOARK Electric Sp. z o.o.
- 12 Porady i sugestie EVER. Bezpieczeństwo w przemyśle w aspekcie zasilania - EVER
- 14 Nowa seria silników przeciwwybuchowych ognioszczelnych (wg ATEX) w klasie sprawności IE3 - CANTONI MOTOR SA
- 16 Systemy napędowe do szypów dostępowych. Budowa tunelu kanalizacyjnego w Abu Zabi - NORD Napędy Sp. z o.o.
- 18 Kompensatory mocy biernej pojemnościowej typu INDCOM - M. Łukiewski - Fluxcom JEE
- 19 Mitsubishi Power - hybrydowy system ogniw paliwowych dostarczony przez Rockfin - ROCKFIN
- 21 Wreszcie Automaticon! - TERM Tomasz Sobczak

Informacje branżowe

- 22 KGHM 14 lutego 2022 roku w Waszyngtonie podpisał porozumienie z NuScale w sprawie wdrożenia zaawansowanych małych reaktorów modułowych (SMR w Polsce) - R. Klencz
- 24 Targi AUTOMATICON w nowym wymiarze
- 26 Dotacje unijne dla przedsiębiorstw w 2022 roku - co wiadomo

Indeks reklam

- ▷ Befared.....35
- ▷ Cantoni Group.....15
- ▷ EVER.....13
- ▷ Finder.....5,7

- ▷ Fluxcom JEE.....5,18
- ▷ HYDAC.....31
- ▷ MS-Consulting Klaudiusz Szymczak.....26
- ▷ NOARK.....68
- ▷ NORD Napędy.....5,17
- ▷ NOWIMEX.....29

- ▷ Robotyka.pl.....34
- ▷ ROCKFIN.....19
- ▷ RS Components.....1
- ▷ SIBA.....23
- ▷ STAUFF Polska.....33
- ▷ TERM Tomasz Sobczak.....21

NOWOŚCI TECHNICZNE

Liczniki serii 7M

Liczniki serii 7M to urządzenia uniwersalne. Mogą działać w sieciach 3- lub 4-przewodowych oraz z przekładnikami lub przy podłączeniu bezpośrednim do 80 A. Dają też możliwość odczytu wielu parametrów, takich jak: V, A, PF, kW, kVA, kvar, Hz, THD V, THD A, a następnie za pomocą linii Modbus lub Mbus przesyłania danych do instalacji (systemu) BMS. Dzięki kompaktowej budowie i prostocie montażu doskonale wkomponują się w szafy sterownicze, rozdzielnie budynkowe lub inne dogodne miejsce w systemie.

Koszt modyfikacji systemu jest bardzo niski i ogranicza się głównie do zakupu i montażu liczników. Do tej pory wiele firm obawiało się kosztów związanych z modyfikacją sieci. Koszty zakupu szybko zrekompensują się niższymi rachunkami za prąd i mniejszym zużyciem części serwisowych.

Dotychczas koszty modernizacji pozwalających na wprowadzenie oszczędności energii w zakładach leżały głównie po stronie przedsiębiorstwa. W ostatnim czasie pojawiły się rozwiązania ułatwiające wprowadzenie oszczędności. Firmy zajmujące się obsługą BMS zaczęły oferować klientom darmową modernizację zakładu w zamian za połowę środków zaoszczędzonych dzięki niej na przestrzeni kilku następnych lat. Takie leasingowanie inwestycji może być ciekawym rozwiązaniem m.in. dla sklepów wielkopowierzchniowych czy zakładów posiadających instalacje z czasów, kiedy mało kto przejmował się kosztami energii. Pojawienie się takiego modelu biznesowego na rynku to dowód, że modyfikacja sieci pod kątem oszczędności jest więcej niż opłacalna.

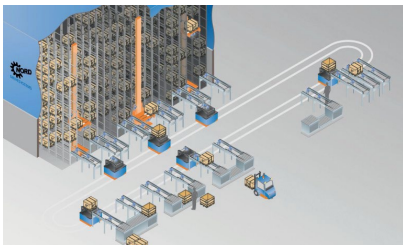
FINDER Polska Sp. z o.o.
www.findernet.com



Większa wydajność napędów do automatyzacji magazynów

E-commerce kwitnie, a elastyczne, wydajne i inteligentne systemy magazynowe do automatyzacji magazynu są teraz bardziej poszukiwane niż kiedykolwiek. NORD DRIVESYSTEMS doskonale zna wymagania branży i oferuje różnorodne rozwiązania w zakresie napędów dynamicznych, które są odpowiednie dla różnych zastosowań i wymagań w logistyce magazynowej.

Zdecentralizowany falownik NORDAC ON został opracowany z myślą o wymaganiach technologii przenośników poziomych w magazynowaniu, a wariant NORDAC ON+ do współpracy



z nowym silnikiem synchronicznym IE5+. Produkt charakteryzuje się zintegrowanym interfejsem Ethernet, łatwością konserwacji dzięki pełnej podłączalności i wyjątkowo kompaktową konstrukcją – zapewniając ekonomiczne i inteligentne rozwiązanie typu *plug-and-play* dla środowisk IIoT. Ten kompaktowy i inteligentny falownik można zamontować bezpośrednio na motoreduktorze. Obejmuje niższe zakresy mocy do 2,2 kW i posiada funkcję oszczędzania energii w zakresie częściowego obciążenia.

Seria NORDAC FLEX SK 205E nadaje się również idealnie do zastosowań w logistyce magazynowej. Kompaktowy, elastyczny i energooszczędny przemiennik częstotliwości oferuje szeroki zakres mocy do 22 kW i umożliwi potencjalne oszczędności energii, zwłaszcza podczas pracy przy częściowym obciążeniu. Falownik może być używany do sterowania standardowymi silnikami asynchronicznymi, wysoko sprawnymi silnikami synchronicznymi i silnikami z hamulcem. Można go zainstalować w pobliżu napędu w terenie lub bezpośrednio na silniku. Przyłącza kabli zasilających i danych są dostępne w wersji wtykowej. Zdecentralizowany system umożliwi krótkie kable silnika i enkodera, a także zasilające do czujników. Informacja zwrotna z enkodera może być uwzględniona na przykład dla systemów transportowych ze sterowaniem położeniem.

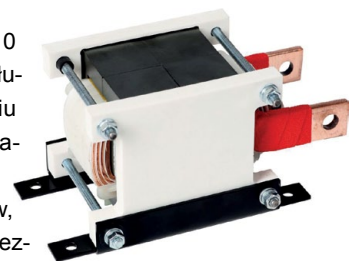
NORD Napędy Sp. z o.o.
www.nord.com

Oferta firmy Fluxcom

Firma Fluxcom od blisko 10 lat współpracuje z Klientami, służąc pomocą w rozwiązywaniu problemów technicznych. Posiadamy doświadczenie w budowie i projektowaniu transformatorów, dławików rdzeniowych, cewek bezrdzeniowych, filtrów sinusoidalnych, filtrów harmonicznych urządzeń specjalnych. Spełniamy oczekiwania naszych Klientów i dostarczając urządzenia wysokiej jakości, często nietypowe, o wymiarach i pozostałych parametrach dopasowanych do konkretnych projektów. Projektujemy i dostarczamy kompensatory mocy biernej pojemnościowej i indukcyjnej, dławiki przeciwzakłóceniami, filtry sinusoidalne i filtry harmonicznych oraz urządzenia specjalne.

Ofertę Fluxcom uzupełniają niskostratne nanokrystaliczne i amorficzne rdzenie magnetyczne. Nowoczesne rdzenie magnetyczne stosujemy w prototypowaniu transformatorów oraz dławików średnich częstotliwości. Doradzamy w zakresie zastosowania rdzeni oraz projektowania nietypowych elementów średniej częstotliwości.

Fluxcom JEE
www.fluxcom.pl



Optymalizacja zużycia energii, innowacyjność w pomiarze energii elektrycznej

Koszty energii elektrycznej jeszcze do niedawna traktowane były przez specjalistów utrzymania ruchu jako jeden z ostatnich elementów układanki związanej z produkcją. Zachowanie ciągłości ruchu oraz niezawodności maszyn było absolutnym priorytetem. Obecnie widać jednak gruntowną zmianę w tym podejściu. Ilość zużywanej energii staje się nie tylko istotnym punktem w budżecie firmy, ale też wyznacznikiem nowej jakości w produkcji.

Wzrosty cen energii elektrycznej są coraz bardziej odczuwalne nie tylko w gospodarstwach domowych, ale przede wszystkim w sektorze przemysłowym. Świadomość kosztów wytwarzania produktów i ciągła walka o rentowność produkcji jest realnym problemem zakładów produkcyjnych. W opinii analityków w najbliższych latach nie unikniemy kolejnych podwyżek. Będą składać się na nie takie czynniki, jak choćby galopujące w górę ceny uprawnień do emisji CO₂. Efektem takich prognoz jest *boom* w sektorze OZE. Energia odnawialna staje się dobrym pomysłem na oszczędności zwłaszcza w zakładach, które posiadają do zagospodarowania duże przestrzenie pod panele fotowoltaiczne. Pozwala to też uniknąć dużych opłat mocowych, które od 1 stycznia 2021 r. stały się zmartwieniem wielu polskich firm.

Powyższe spowodowało zainteresowanie wielu specjalistów utrzymania ruchu nowymi możliwościami analitycznymi, które dają liczniki energii. Nie można ich już rozpatrywać jako urządzeń z obrotową tarczą, która daje prosty odczyt „ile”. Dziś licznik staje się potężnym narzędziem analizy – swoistym komputerem o dużej mocy obliczeniowej.

Warto spojrzeć z szerszej perspektywy

Oszczędność energii i analiza utrzymania ruchu może mieć zdecydowanie prostszy wymiar niż dotychczas. Dzięki licznikom serii 7M, które w czasie



Monitoring napięcia to jedna z 53 zmiennych, które mogą analizować wybrane liczniki 7M

rzeczywistym potrafią analizować nawet 53 zmienne, można przewidzieć wiele zdarzeń na linii produkcji. Już najprostsze odczyty dadzą wiele informacji, a wprawne oko specjalisty nie tylko dostrzeże wahania odczytów, ale też będzie mogło wyłapać ich powód. Najlepszym przykładem mogą być odstępstwa od normy poboru prądu przy uruchamianiu silników elektrycznych. Większe niż opisane na tabliczce znamionowej pobory mocy mogą sygnalizować uszkodzenia przekładni, przeciążenia (np. przeładowany taśmociąg) lub inne błędy najczęściej spowodowane czynnikiem

ludzkim. Tym samym liczniki z odczytem wielu parametrów przyczynią się nie tylko do zmniejszenia poboru energii, ale też do mniejszego zużycia części i zwiększenia wydajności pracy. Dobrze odczytane i przeanalizowane parametry poborów prądu i odchylenia od norm pozwolą również zaplanować serwisy na czas i uniknąć przestoju. Ponadto analiza międzywydziałowa danych może posłużyć jako punkt wyjścia do dyskusji o zachowaniach pracowniczych w ujęciu BHP. Warto na odczyty patrzeć szerzej, bo one potrafią wiele powiedzieć o kulturze pracy w firmie.

Rozwiązania zabezpieczające sieci i urządzenia



Moduły przeciwprzepięciowe (SPD) Seria 7P

Szeroka gama ograniczników przepięć, wyspecjalizowanych do ochrony sieci i urządzeń. Ochrona przeciwprzepięciowa od skutków wyładowań atmosferycznych do tych indukowanych przez sąsiednie przewody. Odkryj SPD, odpowiednie do Twoich potrzeb.



Rozdzielnice



Windy



Oświetlenie uliczne

Ucieczka od opłat

Liczniki 7M, które komunikują się po sieci Mbus lub Modbus oraz NFC, pomagają „uciec” od opłaty mocowej. Dzięki analizie ilości energii wchodzącej do systemu z elektrowni fotowoltaicznej i wychodzącej na produkcję można zoptymalizować procesy, tak aby uzyskać niemal idealne parametry kąta przesunięcia fazowego. Firmy posiadające panele PV w pełni będą mogły korzystać z ich dobrodziejstw ku ucieście działów produkcji i księgowości. Takie podejście będzie dobrą alternatywą dla kosztownych instalacji *off-grid*.

Nie tylko przemysł

Stosowanie liczników 7M z analizą wielu odczytów może mieć miejsce nie tylko w zakładach produkcyjnych. Właściciele nieruchomości biznesowych, takich jak parki handlowe, już dawno docenili ich skuteczność. Każdy z najemców rozlicza się dzięki własnemu podlicznikowi, tym samym doceniając uczciwość w rozliczeniach B2B. Zarówno właściciele, jak i najemcy mogą mieć pełen dostęp do informacji pochodzących z licznika za pomocą modułu NFC. Wystarczy „zeskanować” licznik telefonem komórkowym i korzystając z aplikacji Finder Toolbox, zebrać odpowiednie parametry do analizy. Oczywiście liczniki 7M dają możliwość ograniczenia danych na wyświetlaczu do absolutnego minimum, tak żeby klient nie był skonfundowany mnogością danych – jeśli ich nie potrzebuje.

Bez kosztownych modyfikacji

Warto nadmienić, że liczniki serii 7M to urządzenia uniwersalne, mogą działać w sieciach 3- lub 4-przewodowych oraz z przekładnikami lub przy podłączeniu bezpośrednim do 80 A. Dają też możliwość odczytu wielu parametrów, takich jak: V, A, PF, kW, kVA, kvar, Hz, THD V, THD A, a następnie za pomocą linii Modbus lub Mbus

Jednofazowy licznik dwukierunkowy 230 V 50/60 Hz

przesyłania danych do instalacji (systemu) BMS. Dzięki kompaktowej budowie i prostocie montażu doskonale wkomponują się w szafy sterownicze, rozdzielnie budynkowe lub inne dogodnie miejsce w systemie.

Koszt modyfikacji systemu jest bardzo niski i ogranicza się głównie do zakupu i montażu liczników. Do tej pory wiele firm obawiało się kosztów związanych z modyfikacją sieci. Koszty zakupu szybko zrekompensują się niższymi rachunkami za prąd i mniejszym zużyciem części serwisowych.

Dotychczas koszty modernizacji pozwalających na wprowadzenie oszczędności energii w zakładach leżały głównie po stronie przedsiębiorstwa. W ostatnim czasie pojawiły się rozwiązania ułatwiające wprowadzenie oszczędności. Firmy zajmujące się obsługą BMS zaczęły oferować klientom darmową modernizację zakładu w zamian za połowę środków zaoszczędzonych dzięki niej na przestrzeni kilku następnych lat. Takie leasingowanie inwestycji może być ciekawym rozwiązaniem m.in. dla sklepów wielkopowierzchniowych czy zakładów posiadających instalacje z czasów, kiedy mało kto przejmował się kosztami energii. Pojawienie się takiego modelu biznesowego na rynku to dowód na to, że modyfikacja sieci pod kątem oszczędności jest więcej niż opłacalna.



Proste i wygodne programowanie liczników 7M za pomocą komunikacji NFC ze smartfonem

Wszyscy zyskują

Optymalizacja kosztów zużycia energii to trwały trend, który wpisał się w pojęcie Przemysłu 4.0. Dzięki dającym się przewidzieć działaniom w tej kategorii produkcja w polskich fabrykach staje się coraz bardziej opłacalna. Liczniki 7M w prosty sposób pozwalają na odczyt danych, czyniąc pracę na utrzymaniu ruchu wygodniejszą i szybszą. Dają również większą świadomość eksploatacji maszyn, co z kolei pozwala z wyprzedzeniem planować działania takie, jak wcześniejsze zakupy wyeksploatowanego sprzętu, minimalizując lub wykluczając całkowicie *lead time*. Pozwala to zapobiegać nieplanowanym przestojom w produkcji, przez co polskie fabryki stają się bardziej ekonomiczne i lepiej zorganizowane. Wiele firm zaczyna dzięki temu prognozować emisyjność CO₂ i choć to jeszcze długa droga, mogą wprowadzać działania mające na celu doprowadzenie w przyszłości do neutralności emisyjnej. ■



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/finderpolaska/

NOARK wprowadza na rynek produkty dla infrastruktury elektromobilności

Jedną z głównych przeszkód w korzystaniu z pojazdów elektrycznych jest nieprzygotowana do tego sieć elektryczna oraz problem z dostępnością publicznych stacji ładowania. Praktycznie każdy właściciel pojazdu elektrycznego musi niejednokrotnie improwizować podczas ładowania swojego pojazdu.



Jednym z idealnych rozwiązań jest instalacja ładowarki we własnym garażu. Dedykowana ładowarka EV zapewnia kilka kluczowych korzyści:

- instalacja jest zwykle stosunkowo niedroga;
- zagrożenia bezpieczeństwa związane z instalowaniem i użytkowaniem domowej ładowarki EV są bardzo niskie;
- ładowanie jest możliwe w dowolnym momencie;
- istnieje możliwość ustawienia prądu ładowania, a tym samym czasu ładowania;
- pomaga zużywać energię elektryczną w najbardziej opłacalny i energooszczędny sposób.

NOARK, globalny dostawca komponentów elektrycznych niskiego napięcia, oferuje teraz wszechstronną i niedrogą gamę montowanych na ścianie ładowarek Ex9EV odpowiednich do wszystkich pojazdów elektrycznych typu *plug-in*. Mogą być podłączone zarówno do gniazda jednofazowego, jak również do trójfazowego (rozwiązanie trójfazowe znacznie skraca czas ładowania). Ładowarki różnią się także zakresem prądu ładowania od 10 do 32 A. W zestawie znajduje się kabel połączeniowy o długości 5 metrów z jedną z dwóch najczęściej używanych wtyczek – Typ 1 (powoli zanikający standard „YAZAKI”) lub coraz bardziej dominujący typ 2 (znany jako „MENNEKES”).

Akumulatory w pojazdach elektrycznych działają na zasadzie prądu stałego DC; gdy są naładowane, może wystąpić wpływ prądu różnicowego. Aby uniknąć takiej sytuacji, czuły wyłącznik różnicowoprądowy typu B (RCCB) jest wysoce zalecany do wszystkich typów stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Podczas gdy większość producentów spełnia ten wymóg poprzez dodatkowy montaż urządzenia RCCB, NOARK Ex9EV ma własny wyłącznik typu B wbudowany w ładowarkę,

maksymalizując w ten sposób bezpieczeństwo i niezawodność jego działania.

Oprócz nowych dedykowanych ładowarek NOARK oferuje również nową linię sześciu dedykowanych kabli do ładowania. Zostały one zaprojektowane do ładowania samochodów elektrycznych z klasycznych gniazd jednofazowych i trójfazowych (230 V / 400 V). Wszystkie kable są standardowo wyposażone w RCCB typu B, wszystkie umożliwiają monitorowanie temperatury, a także monitorowanie przepięcia i spadku napięcia.

Wszystkie te kable pozwalają również na ustawienie prądu ładowania między 8 a 32 A. W zależności od typu pojazdu elektrycznego są one wyposażone w złącza samochodowe typu 1 lub typu 2 i dlatego są odpowiednie dla wszystkich pojazdów elektrycznych sprzedawanych na rynku światowym.

Nowe produkty, które należą również do rodziny ładowarek EV i kabli ładujących, to samodzielne wyłączniki różnicowoprądowe typu B Ex9LB63. Wyłączniki te nadają się do różnych zastosowań domowych i przemysłowych, w których stosowane są przemienniki częstotliwości, instalacje fotowoltaiczne, ładowarki EV i podobne elementy. Typ B zapewnia czułość na różnicowy prąd przemienny, pulsujący i wygładzony prąd stały, a także wysokie częstotliwości do 1 kHz.

Ważną zaletą Ex9LB63 jest to, że jest on oparty na technologii elektronicznej, która umożliwia dokładniejszy pomiar prądu różnicowego, a w konsekwencji ograniczenie niepożądanego wyzwalania. Urządzenia te również nie są podatne na namagnesowanie wyzwalacza, w związku z tym nie ma obowiązkowego okresu ich testowania, jednakże należy to robić regularnie z uwagi na obowiązywanie lokalnych przepisów prawnych. Zaleca się testowanie co 6 miesięcy w normalnych warunkach pracy oraz co miesiąc w warunkach ciężkich. ■

NOARK

NOARK Electric Sp. z o.o.

ul. Św. Michała 62

61-005 Poznań

e-mail: infoPL@noark-electric.com

www.noark-electric.pl

NOARK Electric – jakość, na której możesz polegać

NOARK Electric jest światowym dostawcą komponentów elektrycznych niskonapięciowych przeznaczonych do instalacji elektrycznych budownictwa ogólnego oraz produkcji specjalistycznej. Dostarczamy naszym klientom najwyższej jakości produkty z unikalną pięcioletnią gwarancją.

NOARK Electric zajmuje się rozwojem, produkcją oraz dystrybucją urządzeń elektrotechnicznych i ich komponentów. Firma wchodzi w skład koncernu zatrudniającego ponad 25 tysięcy osób. NOARK Electric zainwestowała miliony euro w rozwój własnych produktów, opracowanych i produkowanych przy użyciu najnowszych technologii. Naszym celem jest zbudowanie globalnej marki.

Centra regionalne w Szanghaju, Pradze i Los Angeles zarządzają działaniami na poszczególnych kontynentach zgodnie z indywidualnymi wymogami rynków i krajów.

Rozwijamy się

Czasami mniej znaczy więcej. Innym razem więcej jest lepiej. NOARK rozwija się szybko, nieustannie, w nieskończoność, a nawet poza. Kto nie jest innowacyjny – znika, dlatego też każdego roku liczba oferowanych produktów powiększa się o nowości. Nasza sieć dystrybucji rozrasta się i pojawiają się nowe szanse biznesowe. Stoimy przed wieloma wyzwaniami, ciągle idziemy do przodu i budujemy naszą markę, która pozostanie na długo w Waszej pamięci jako wyznacznik jakości i niezawodności.

Indywidualne podejście

Wykonujemy naszą pracę maksymalnym zaangażowaniem i traktujemy każde zapytanie z wyjątkową troską. Naszym priorytetem jest Twoja satysfakcja. Dlatego zawsze znajdujemy rozwiązanie szyte na miarę.

Troszczymy się

Jesteśmy dumni, że realizujemy wiele projektów mających wpływ na kształcenie się młodych elektryków (NOARK spełnia marzenia). Dbamy o to, żeby zwiększać liczbę doświadczonych i wykwalifikowanych osób, które są grupą docelową naszego biznesu. Myślimy o innych i również pomagamy w innych obszarach. Działamy również społecznie, współpracując z sierocińcami. Wszystkie te aktywności oraz nasze zaangażowanie sprawiają nam radość i są motywacją do bycia lepszymi.





Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4



Fot. 5

Nowości w asortymencie NOARK

Ex9PS (fot. 1)

Zasilacze Ex9PS montowane na szynie DIN zapewniają wygodne rozwiązanie do zasilania urządzeń prądem stałym, takich jak dzwonki, wideofony, automaty sprzedające, systemy bezpieczeństwa itp. Ponieważ zasilacze te są chłodzone konwekcyjnie, nie są potrzebne żadne wentylatory chłodzące. Napięcia wyjściowe tych zasilaczy wahają się od 5 do 24 V DC, o mocy znamionowej od 8 do 100 W. Wszystkie zasilacze posiadają wbudowane zabezpieczenia.

Ex9TR (fot. 2)

Przełączniki czasowe Ex9TR znajdują zastosowanie w automatyce, sterowaniu i regulacji (wentylacja, oświetlenie, ogrzewanie itp.). Wszystkie nasze przełączniki czasowe mogą być zasilane napięciem 12–240 V AC/DC oraz posiadają z przodu ręczne przełączniki służące do regulacji zakresu czasu.

Rodzaje przełączników czasowych:

- jednofunkcyjne przełączniki czasowe są oferowane w 3 typach (opóźnione załączenie, opóźnione wyłączenie oraz cykliczny);
- wielofunkcyjne przełączniki czasowe zawierają 10 regulowanych funkcji z 1 lub 3 stykami przełącznymi CO;
- asymetryczna praca cykliczna z możliwością ustawienia czasu wyłączenia i załączenia.

Ex9NL-N (fot. 3)

Wyłączniki różnicowoprądowe z zabezpieczeniem nadprądowym Ex9NL-N przeznaczone są do aplikacji domowych i przemysłowych. Ich konstrukcja oparta jest na kombinacji urządzenia różnicowoprądowego z klasyczną zasadą działania magnesu stałego oraz przełącznika spolaryzowanego wraz z wyłącznikiem nadprądowym, z termicznym wyzwalaczem przeciążeniowym oraz magnetycznym wyzwalaczem zwarciowym. Zaletą takiego rozwiązania jest niezależność funkcji ochronnych od napięcia urządzeń różnicowoprądowych. Odpowiednia wartość napięcia jest konieczna tylko podczas okresowego testu wyłącznika różnicowoprądowego za pomocą przycisku „T”. Testy muszą być wykonywane zgodnie z obowiązującymi przepisami, zalecane są co 6 miesięcy w przypadku normalnych warunków oraz co miesiąc w przypadku niesprzyjających warunków.

Ex9TAM2 (fot. 4)

Analogowe zegary sterownicze Ex9TAM2 przeznaczone są do aplikacji mieszkaniowych i przemysłowych. Znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie wymagana jest oszczędność energii i przełączanie obwodów w regularnych cyklach dobowych. Najkrótszy czas przełączeń wynosi 15 min. Zegary sterownicze oferowane są w wersji 1-modułowej z napędem kwarcowym lub synchronicznym.

Ex9M SU20L & SU20S (fot. 5)

Wyłączniki kompaktowe serii Ex9M z inteligentnym wyzwalaczem SU20L są przeznaczone głównie do zastosowań w dystrybucji energii elektrycznej. Testowane zgodnie z normą IEC/EN 60947-2, zapewniają funkcje i niezawodność dla szerokiej gamy aplikacji, m.in. jako rozłączniki izolacyjne. Wyzwalacz elektroniczny z przełącznikami DIP umożliwia szybkie i łatwe skonfigurowanie urządzenia zgodnie z wymaganiami instalacyjnymi. Sterownik elektroniczny z wyświetlaczem LCD w SU20S umożliwia szczegółowe i dokładne uruchomienie urządzenia pod kątem wymagań instalacyjnych.

Technologia elektroniczna poprawia stabilność urządzenia w zastosowaniach ze znacznymi naprężeniami mechanicznymi. Wyłączniki te posiadają prąd znamionowy wyłączalny zwarciowy graniczny na poziomie od 36 do 150 kA. Napięcie znamionowe udarowe wytrzymywane U_{imp} do 12 kV umożliwia stosowanie ich nawet w systemach, gdzie mogą występować przejściowe przepięcia o wysokiej intensywności, np. w przemyśle ciężkim. Kategoria użytkowania A oraz B. ■



NOARK Electric Sp. z o.o.

ul. Św. Michała 62

61-005 Poznań

e-mail: infoPL@noark-electric.com

www.noark-electric.pl

Porady i sugestie EVER

Bezpieczeństwo w przemyśle w aspekcie zasilania

Aspekt bezpieczeństwa w przemyśle jest bardzo szerokim zagadnieniem i jest ściśle powiązany z każdym etapem realizacji inwestycji od projektu, przez budowę obiektu, po jego docelowe funkcjonowanie. Podejmując temat z perspektywy zasilania, czyli dziedziny, którą zajmujemy się od ponad 30 lat, możemy wskazać dwa istotne obszary, w których widzimy swój kluczowy udział. Pierwszym z nich jest obszar produkcji certyfikowanych zasilaczy UZS stosowanych w instalacjach bezpieczeństwa, drugi to wytwarzanie zasilaczy UPS, które zapewniają zasilanie kluczowych procesów i urządzeń w firmach produkcyjnych.

W momencie projektowania obiektu przemysłowego bardzo istotnym elementem jest prawidłowo zaprojektowany system przeciwpożarowy. W jego skład wchodzi m.in. klapy oddymiające. Niejednokrotnie ich rolę pełnią także bramy ładunkowe. W momencie wykrycia zadymienia/pożaru mają one za zadanie jak najszybsze otwarcie w celu oddymienia pomieszczenia. W chwili zaistnienia takiej sytuacji (zagrożenia pożarowego/zadymienia) pierwszą reakcją jest wciśnięcie wyłącznika głównego zasilania budynku – EPO – potocznie zw. „grzybkiem ppoż.”. Po odcięciu zasilania na obiekcie niezbędne staje się zapewnienie zasilania rezerwowego dla systemu oddymiania. Do realizacji tego kluczowego zadania wykorzystuje się zasilacze UZS. Ze względu na specyfikę (zastosowanie w systemie ppoż.) ustawodawca przewidział, że rozwiązania te muszą przejść proces certyfikacji – co oznacza wykonanie wg określonej normy i zweryfikowanie przez odpowiednie laboratorium, w tym wypadku CNBOP.

Wieloletnie doświadczenie w obszarze zasilania umożliwiły nam (EVER) stworzenie zasilacza UZS-230V-1kW-1F. Urządzenie to gwarantuje pewne zasilanie napędów bram w systemach kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. W przypadku braku zasilania pozostaje ono w trybie czuwania (do 72 h – wyma-

gany czas utrzymania systemu w stanie pracy wg normy PN-EN 12101-10), po tym czasie zasilacz



Polski zasilacz UZS-230V-1kW-1F wyróżnia się na tle innych dostępnych na rynku niewielką powierzchnią montażową (szer. 290 mm × wys. 500 mm), niską masą urządzenia (tylko 24 kg) oraz możliwością instalacji na powierzchni o niskiej nośności

zapewnia podtrzymanie z baterii wewnętrznych przez 3 minuty, co w zupełności wystarczy na zrealizowanie zadania.

Zwrócić należy uwagę na kilka aspektów, które mają miejsce w praktycznym zastosowaniu urządzenia i wiążą się bezpośrednio z bezpieczeństwem. Wyprodukowanie zasilacza zgodnie z normą i certyfikacją wyklucza jakąkolwiek ingerencję użytkownika w produkt. Zachowanie takie może przyczynić się do ograniczenia bezpieczeństwa całego obiektu. Nieuprawnione modyfikacje/poprawki w urządzeniu mogą je bezpowrotnie uszkodzić, co bezpośrednio wpływa na utratę certyfikatu i może spowodować liczne konsekwencje w sytuacji niezadziałania systemu w razie pożaru.

Przypadek, który wpływa bezpośrednio na bezpieczeństwo, to próba podłączenia do zasilacza kilku napędów bram. Podłączenie takie ma na celu wprowadzenie oszczędności finansowych – jak się okazuje, tylko pozornych. Zasilacz UZS posiada moc maksymalną 1 kW. Napędy stosowane na obiektach generują pobór mocy w granicach 200–300 W. Z prostej kalkulacji wynika, że zasilacz powinien poradzić sobie z 2–3 napędami. Teoretycznie urządzenie posiada wystarczający zapas mocy, aby poradzić sobie z takim obciążeniem. W praktyce jednak w przypadku awarii zasilacza i zaistnienia niebezpiecznej sytuacji pożarowej nie otworzą się aż 3 bramy. Jeśli są to wszystkie bramy na obiekcie odpowiadające za oddymienie obiektu, w przypadku pożaru efekt może być tragiczny, a osoby, które odpowiadają za taki stan rzeczy, mogą ponieść surowe konsekwencje. Podczas projektowania systemu oddymiania zapamiętać należy, aby zawsze jedna brama (jeden napęd) wyposażona została w jeden zasilacz. Realizowanie podłączeń w inny sposób niesie ze sobą potencjalne zagrożenie.

Kluczowym elementem zasilania systemu bezpieczeństwa ppoż. jest także okablowanie. System zadziała prawidłowo pod warunkiem zastosowania odpowiedniego rodzaju kabli i przewodów ppoż. Odpowiednie okablowanie umożliwi bezproblemowe dotarcie sygnału z centrali sterującej do zasilacza.

Drugim obszarem, w którym istnieje konieczność zapewnienia pewności zasilania, są maszyny i kluczowe odbiorniki w firmach przemysłowych. Dopóki na obiekcie istnieje zasilanie o parametrach wysokiej jakości, wszystko zwykle działa dobrze. Zdarzają się jednak sytuacje, gdy dojdzie do zaniku zasilania lub długotrwałego blackoutu (co w obecnych realiach jest coraz częstszym zjawiskiem). Dodatkowo rozwój fotowoltaiki i coraz powszechniejsze panele słoneczne powodują, że parametry napięcia sieciowego są dalekie od ideału. Istniejący kiedyś problem zbyt niskiego napięcia w sieci coraz częściej zmienia się w sytuację, kiedy napięcie jest za wysokie. Dla czułych urządzeń nie jest to wskazane. W takich wypadkach idealnym rozwiązaniem powyższych problemów stają się zasilacze online z serii POWERLINE GREEN PRO (10–20 kVA), POWERLINE

GREEN LITE (10–60 kVA), jak również POWERLINE DARK 33 (10–200 kVA). Te UPS-y wykonane w topologii online gwarantują idealne zabezpieczenie dla maszyn przemysłowych – zapewniając zasilanie podczas zaniku oraz redukując zaburzenia napięcia zasilającego. Jako że zakup UPS-ów jest często odkładany przez inwestorów, zwrócić należy uwagę na fakt, że koszty związane z przestojem zakładu w wyniku braku zasilania czy straty w materiałach nienadających się do wykorzystania (przerwanie procesu produkcyjnego) są niejednokrotnie o wiele większe niż rozsądna inwestycja w skuteczne zabezpieczenie.

UPS EVER POWERLINE GREEN 33 PRO dzięki możliwości podwójnego przetwarzania energii (separacji energetycznej) umożliwia generowanie na wyjściu jednostki napięcia o najwyższej jakości parametrach VFI-SS-111



W przypadku konieczności zasilania urządzeń lub obiektu na kilka godzin warto rozważyć układ tandemowy – UPS + agregat. W takim rozwiązaniu agregat zapewnia długi czas pracy, a UPS stanowi bufor na czas uruchomienia agregatu. Dodatkowo zasilacz stanowi układ filtrujący, który gwarantuje dostarczenie do

urządzeń napięcia o idealnych parametrach. Bardzo istotne staje się właściwe dobranie rozwiązań od strony poboru mocy. Maszyny stosowane w przemyśle mają często duże (chwilowe) pobory mocy podczas uruchamiania. W takiej sytuacji zasilacze UPS muszą być dobrane z odpowiednim zapasem, aby nie dochodziło do przeciążeń. Dzięki dobraniu wysokiej jakości współpracujących urządzeń możliwa staje się redukcja problemów wynikających ze zmiany wartości napięcia i częstotliwości oraz synchronizacji pracy urządzeń, szczególnie podczas dynamicznych zmian obciążenia.

Skuteczne zasilanie stanowi istotną rolę w utrzymaniu bezpieczeństwa obiektów nie tylko przemysłowych. Aspekty te można przenieść prawie na każdą inną działalność gospodarczą. Dobór rozwiązań warto powierzyć doświadczonym ekspertom. Ponad 30 lat doświadczeń EVER w obszarze zasilania pozwala dzielić się praktycznymi wskazówkami dotyczącymi sposobów zastosowania i dobierania rozwiązań. Nasz zespół jest gotów doradzić i dopasować różne rozwiązania zasilania od najprostszych po złożone systemy 3-fazowe. Dodatkowo Dział Badań i Rozwoju EVER posiada szerokie zaplecze z możliwościami projektowania rozwiązań od podstaw i szytych na miarę potrzeb odbiorców. Zapraszamy do kontaktu.

EkspertCI OD ZASILANIA



reklama

EVER
POWER SYSTEMS

Pewność i bezpieczeństwo POTWIERDZONE CERTYFIKATEM zasilania napędów bram

ZASILACZ URZĄDZEŃ PPOŻ. UZS-230V-1kW-1F

- ✓ Efektywna współpraca z napędami bram w systemach kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła
- ✓ Do jednofazowej sieci energetycznej ~230 V, o zapotrzebowaniu na moc nie większym niż 1 kVA / 1 kW
- ✓ Produkt polski z certyfikacją CNBOP



Certyfikat stałości właściwości użytkowych
nr 1438-CPR-0664
Świadectwo dopuszczenia nr 3741/2019

DZWOŃ
+48 61 6500 425

Wotczyńska 19,
60-003 Poznań



zapytanie@ever.eu
www.ever.eu



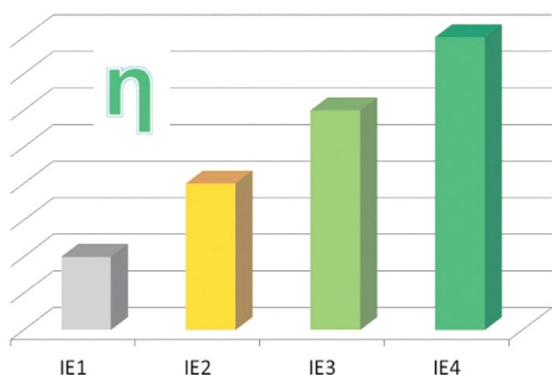
Nowa seria silników przeciwwybuchowych ognioszczelnych (wg ATEX) w klasie sprawności IE3

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

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

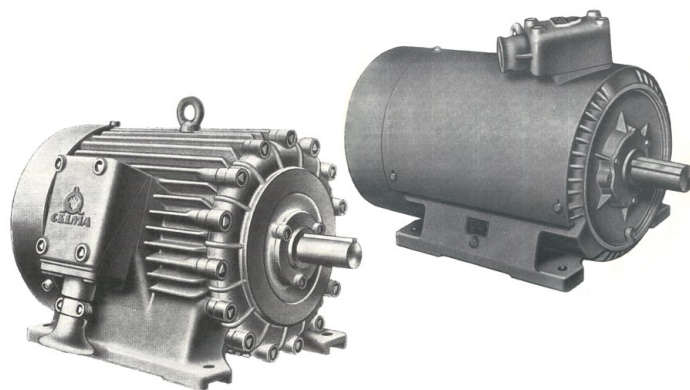


Do roku 2021 wymagania odnośnie do minimalnego poziomu sprawności silników wprowadzanych na rynek EU nie obejmowały swoim zakresem silników przeciwwybuchowych, dla których jedynym obligatoryjnym aspektem konstrukcji było zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa dla użytkowników w strefie zagrożonej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



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

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



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

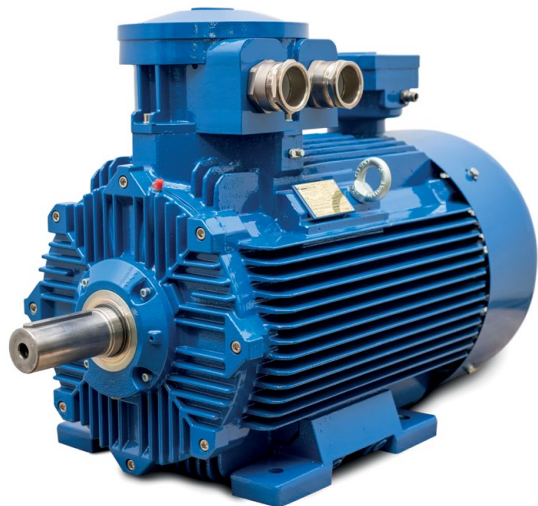
Uwzględniając ponad 50-letnie doświadczenie w produkcji silników Ex oraz biorąc pod uwagę nowe wymagania w zakresie minimalnego poziomu sprawności wynikające z Rozporządzenia Komisji (UE) 2019/1781 & 2021/341, CELMA INDUKTA SA zaprojektowała od podstaw, a następnie zaatestowała nową serię silników ognioszczelnych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

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

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



reklama



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

Silniki posiadają aktualne dopuszczenia wg wymagań ATEX, EAC (Rosja, Białoruś, Kazachstan) lub ukraińskich dla urządzeń przeciwwybuchowych. ■



Cantoni
GROUP

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

POWER OF EXPERIENCE PROFESSIONAL SERVICE
OUR MOTORS - YOUR SUCCESS MORE ENERGY
DRIVING MOST DEMANDING APPLICATIONS
INTO YOUR ENERGY GLOBAL PRESENCE
ENERGY BUSINESS POWER OF EXPERIENCE
CONTINUOUS EFFICIENT EQUIPMENT

Cantoni
GROUP

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



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

Systemy napędowe do szybów dostępowych

Budowa tunelu kanalizacyjnego w Abu Zabi

W stolicy Zjednoczonych Emiratów Arabskich, wyspiarskim mieście Abu Zabi, drążone są nowe tunele kanalizacyjne. Sięgają one nawet do 100 m w dół pod rozległą metropolią. Synchronicznie działające napędy NORD umożliwiają systemom dźwignicowym bezpieczne opuszczanie platform roboczych głęboko w dół szybów wejściowych oraz ponowne ich podnoszenie.

Zużycie wody w Emiracie Abu Zabi jest szokująco duże i wynosi 550 l dziennie na osobę. Przy dynamicznie rosnącej populacji metropolia rozpoczęła ostatnio budowę całkowicie nowego, nowoczesnego systemu kanalizacji i recyklingu ścieków o znacznie lepszej wydajności. Ten grawitacyjny system oparty na nowych tunelach głęboko pod ziemią ma zbierać wszystkie ścieki i dostarczać je do ogromnej stacji pomp na wybrzeżu. Mierzący od 4 do 5,5 m szerokości główny tunel programu *Strategic Tunnel Enhancement Programme* (STEP) docelowo będzie rozciągał się pod miastem i jego okolicami na obszarze 40 km. Po ukończeniu nowy system kanalizacji będzie w stanie usunąć 800 000 m³ ścieków dziennie.

Tunele pod silnie zurbanizowanym terenem są budowane metodą bezwykopową. Indyjskiemu producentowi dźwigów ElectroMech powierzone zostało zbudowanie i zainstalowanie dużych systemów suwnic przy kilku szybach wejściowych, gdzie można opuszczać i podnosić platformy robocze z personelem, maszynami i materiałami do tuneli i z powrotem na powierzchnię. Firma ElectroMech Material Handling Systems (India) Pvt. Ltd. założona w 1979 r. jest największym producentem systemów dźwigowych z dominującym udziałem rynkowym w Indiach. ElectroMech oferuje odpowiednie rozwiązania dla szerokiej gamy zastosowań w zakładach produkcyjnych i projektach



infrastrukturalnych. Z siedzibą w Pune, firma produkuje szeroki asortyment systemów dźwignicowych i dźwigowych.



Dla głównych jak również dla pomocniczych zastosowań dźwignic w Abu Zabi firmy ElectroMech i NORD DRIVESYSTEMS wspólnie opracowały rozwiązania napędów oparte na motoreduktorach z przekładnią walcowo-stożkową.

Przekładnie pracują ze sprawnością ponad 95 procent. Motoreduktory wykonane są w specjalnych obudowach typu UNICASE, odlanych z żeliwa szarego, które są wysoce wytrzymałe i zapewniają doskonałą ochronę przed trudnymi warunkami pogodowymi. Przy budowie tego tunelu precyzyjnie zsynchronizowane działanie par napędów NORD jest absolutnie kluczowe, ponieważ suwnice bramowe ElectroMech muszą w kilku szybach wejściowych opuścić platformy na głębokość 90 m.

Jeśli wziąć pod uwagę, że faza drążenia tunelu, od początku do końca, trwa co najmniej dwa lata, dźwignice te potrzebują bardzo mocnych napędów wymagających minimalnej konserwacji. Co więcej, działanie kilku napędów przydzielonych do tego samego dźwigu musi być idealnie zsynchronizowane, aby bezpiecznie zabierać ludzi, materiał i narzędzia na ruchomej platformie poruszającej się głęboko w dół i w górę, a motoreduktory pracujące w parach muszą zapewnić, że platforma przez cały





czas znajduje się na równym poziomie. Klimat regionu Zatoki Perskiej, charakteryzujący się niezwykle wysoką temperaturą, jest następnym czynnikiem, który koniecznie trzeba było wziąć pod uwagę: cała technologia napędów musi być wystarczająco odporna, żeby wytrzymać takie warunki.

Każda suwnica wykorzystuje do podnoszenia dwa bębny. Każdy z nich jest wyposażony w motoreduktor, który jest

połączony z falownikiem i nim sterowany. Wysoko sprawne motoreduktory z przekładnią walcowo-stożkową generują moc znamionową o wartości 110 kW i moment obrotowy 1200 Nm. Cały system został zautomatyzowany, aby osiągać idealną synchronizację działania dwóch bębnow dźwigni głównej przy użyciu sygnałów enkodera. Muszą one działać w dokładnie taki sam sposób, aby zagwarantować, że platforma robocza w szybkiej wejściowym może być opuszczana i podnoszona bez żadnego przechyłu na jedną stronę.

Prawidłowe działanie z przechyłem o jedyne $\pm 5^\circ$ zapewniają falowniki NORD, które charakteryzują się technologią sterowania wektorowego, zapewniającą stałe prędkości przy zmiennych obciążeniach i bardzo duże momenty obrotowe przy rozruchu. To rozwiązanie, zawierające dwustopniowe motoreduktory z przekładnią walcowo-stożkową, jest najnowsze w serii wspólnych projektów podejmowanych przez NORD i ElectroMech. W ciągu kilku lat partnerstwa obie firmy wdrożyły znaczną liczbę rozwiązań napędowych dla różnych systemów dźwignicowych, zaprojektowanych indywidualnie dla każdego zastosowania. ■

NORD Napędy Sp. z o.o.
www.nord.com

reklama

TAKICH DWÓCH, JAK NAS TRZECH TO NIE MA ANI JEDNEGO

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



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

NORD
DRIVESYSTEMS

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

Kompensatory mocy biernej pojemnościowej typu INDCOM

Moc bierna pojemnościowa powstaje podczas pracy urządzeń o charakterze pojemnościowym – urządzeń UPS, nieobciążonych filtrów i długich linii kablowych oraz opraw oświetleniowych typu LED. Energia bierna pojemnościowa oddana do sieci elektroenergetycznej w całym okresie rozliczeniowym jest sumowana i może stanowić znaczny koszt. Opłaty za energię bierną można znacznie zmniejszyć lub wyeliminować, instalując kompensator mocy biernej pojemnościowej typu INDCOM [1, 2].

Budowa kompensatorów typu INDCOM oparta jest o dławiki kompensacyjne, które są głównymi elementami urządzenia. Parametry użytkowe dławików decydują o skuteczności i ekonomii procesu kompensacji. Kluczowym parametrem jest sprawność dławików – niskie straty własne kompensatorów decydują o długoterminowej opłacalności kompensacji [3]. Kompensatory typu INDCOM zawierają niskostratne dławiki z rdzeniami magnetycznymi wykonanymi w technologii wieloszczelinowej CoreECO™ [4]. Wieloszczelinowy rdzeń z optymalną sekwencją szczelin powietrznych pozwala zminimalizować straty mocy dławika, stabilizuje liniowość indukcyjności oraz ogranicza drgania i hałas dławika [5].



Rys. 1. Kompensator mocy biernej pojemnościowej typu INDCOM

Kompensatory typu INDCOM budowane są jako urządzenia jednofazowe, trójfazowe symetryczne oraz trójfazowe z niezależną kompensacją każdej fazy. Jednostopniowe kompensatory INDCOM posiadają proste sterowanie, zabezpieczenia zwarciowe i przeciążeniowe. Automatyczne urządzenia o kilku stopniach kompensacyjnych sterowane są za pomocą regulatora $\cos \phi$. Wszystkie kompensatory typu INDCOM dostarczane są w stalowych obudowach malowanych proszkowo o stopniu ochrony IP23, IP44 lub IP54. Obudowy zapewniają



Rys. 2. Dławik kompensacyjny - indywidualny kompensator mocy biernej pojemnościowej typu INDCOM 50 kVAr / 400 V

odpowiednie zabezpieczenie przed warunkami otoczenia oraz chłodzenie kompensatorów w sposób naturalny AN lub wymuszony AF przy pomocy zainstalowanych wentylatorów. Wentylatory uruchamiane są wewnętrznym termostatem oraz czujnikami temperatury umieszczonymi w uzwojeniach dławików kompensacyjnych.

Grupa kompensatorów typu INDCOM-LED dedykowana jest do kompensacji obwodów oświetleniowych z lampami typu LED. Kompaktowe kompensatory INDCOM-LED projektowane są do pracy w warunkach bardzo wysokiej zawartości wyższych harmonicznych w napięciu.

Tabela 1. Podstawowe parametry techniczne kompensatorów mocy biernej pojemnościowej typu INDCOM

Moc znamionowa	0,01 – 500 kVAr
Napięcie	230 V / 400 V / 500 V / 690 V / 800 V
Napięcie próby	3 kV/ 50 Hz /60 s
Częstotliwość	50/60 Hz
Czujniki temperatury	Tmax = 120°C / Tmax=150°C
Klasa temp. izolacji	T40F (Tmax = 150°C) / T40H (Tmax = 180°C)
Chłodzenie	AN/AF powietrzne naturalne lub wymuszone
Stopień ochrony	IP00 / IP23 / IP44 / IP54

Oferta Fluxcom obejmuje pełen zakres usług od pomiarów i rejestracji danych w rozdzielni zakładu, poprzez analizę otrzymanych wyników i przygotowanie raportu, po dobór, montaż i uruchomienie kompensatora lub w razie potrzeby filtrów harmonicznych. W ofercie oprócz urządzeń standardowych posiadamy również energoelektroniczne kompensatory statyczne oraz aktywne filtry harmonicznych.

Literatura

- [1] ŁUKIEWSKI M.: *Dławiki kompensacyjne*. „Wiadomości Elektrotechniczne” 11/2001.
- [2] ŁUKIEWSKI M.: *Kompensacja mocy biernej pojemnościowej z zastosowaniem dławików kompensacyjnych*. „Napędy i Sterowanie” 11/2005.
- [3] ŁUKIEWSKI M.: *Niskostratne elementy indukcyjne a efektywność ekonomiczna kompensacji mocy biernej*. „Urządzenia dla Energetyki” 7/2017.
- [4] ŁUKIEWSKI M.: *Dławiki układów napędowych z rdzeniami w technologii wieloszczelinowej CoreECO™*. „Urządzenia dla Energetyki” 3/2019.
- [5] ŁUKIEWSKI M.: *Hałas dławików indukcyjnych*. „Napędy i Sterowanie” 12/2008.

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

✉ Mirosław Łukiewski – Fluxcom JEE, e-mail: mlukiewski@fluxcom.pl

Mitsubishi Power – hybrydowy system ogniw paliwowych dostarczony przez Rockfin

W styczniu fabrykę Rockfin opuściło MEGAMIE – wysoko wydajny hybrydowy system wytwarzania energii, łączący ogniwa paliwowe ze stałym tlenkiem typu SOFC (ang. *Solid Oxide Fuel Cell*) z mikroturbiną gazową. Ogniwa paliwowe w przeciwieństwie do konwencjonalnych systemów mogą wykorzystywać jako źródło energii m.in. niskoemisyjny wodór, który już dzisiaj nazywany jest paliwem przyszłości.

Technologia stojąca za MEGAMIE, która może pokryć zapotrzebowanie na energię elektryczną jednego biurowca lub 30 domów, jest wynikiem badań Mitsubishi Power oraz japońskiej agencji rządowej NEDO (*New Energy and Industrial Technology Development Organization*). System do wytworzenia energii może korzystać z różnych paliw – gazu ziemnego, biogazu czy wcześniej już wspomnianego wodoru.

To pierwszy taki projekt, w którym Mitsubishi Power dostarczyło swoją najnowocześniejszą technologię na rynek europejski. Hybrydowy system MEGAMIE, przy wsparciu polskiej firmy inżynierskiej ROCKFIN, trafił do Niemiec. Uruchomienie systemu planowane jest na marzec tego roku.

Polska firma produkcyjno-inżynierska ROCKFIN odpowiadała w pro-

jektie za kompleksowy montaż jednostki, produkcję układów pomocniczych oraz testy funkcjonalne w zakładzie produkcyjnym spółki w Małkowie, niedaleko Gdańska. Projekt wymagał od inżynierów wprowadzenia szeregu zmian, dostosowania systemu do wymagań CE, doboru i zakupu komponentów spełniających restrykcyjne wymagania UE i klienta oraz produkcji zbiornika, w którym znajdują się ogniwa paliwowe.

Rozmowy na temat współpracy Mitsubishi Power oraz ROCKFIN rozpoczęły się w połowie 2019 roku. Obydwie strony zaangażowały swoje najbardziej doświadczone zespoły inżynierów do dialogu technicznego, który zakończył się podpisaniem umowy.

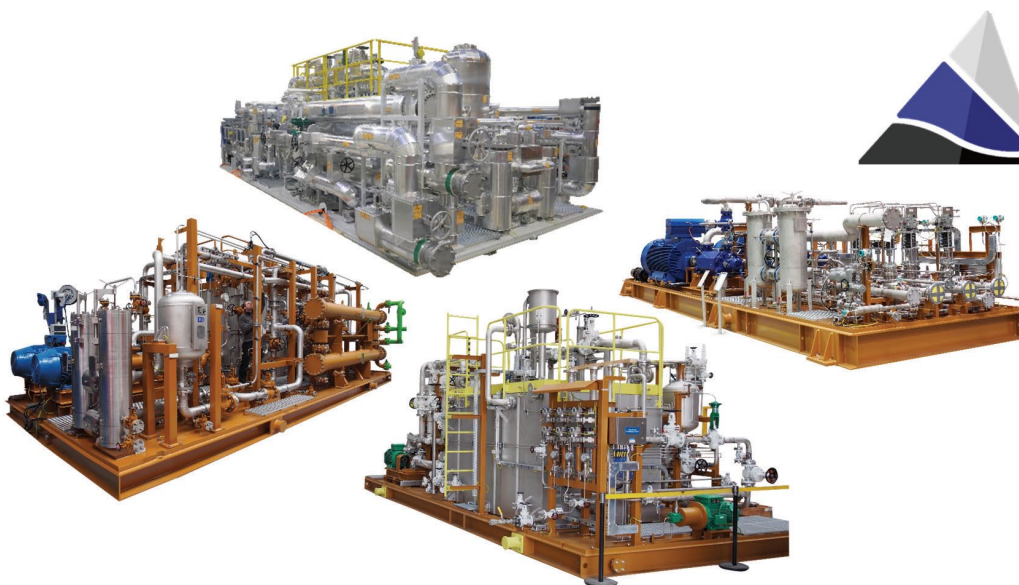
– To była długa droga, ale dzisiaj możemy w końcu powiedzieć, że zrealizowaliśmy projekt, który dostarczy

zieloną energię naszemu wspólnemu klientowi. To kolejny kamień milowy w relacjach biznesowych z Mitsubishi Power. Do tej pory współpracowaliśmy z zakresie projektowania i produkcji urządzeń zabezpieczających właściwą pracę generatorów, turbin gazowych i parowych. Teraz wchodzimy na kolejny poziom i głęboko wierzymy, że ten projekt będzie ogromnym sukcesem – mówi Bartosz Krzemiński, prezes Rockfin.

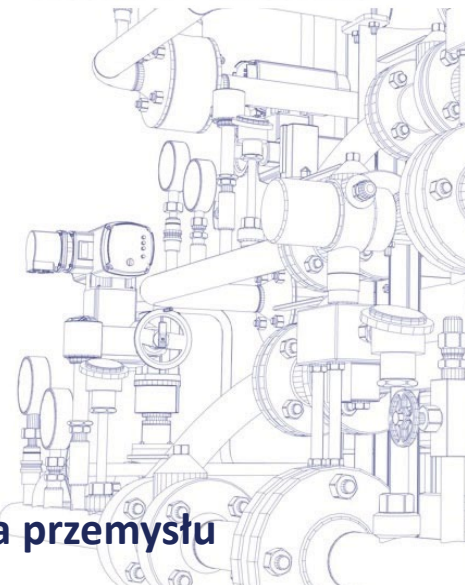
Mitsubishi Power oraz ROCKFIN mają wspólny cel – wdrażanie i popularyzowanie systemów wytwarzania zielonej energii na światowych rynkach energetycznych, a zawiązana współpraca pomiędzy spółkami na pewno im w tym pomoże.

– W porównaniu z konwencjonalnym sposobem wytwarzania energii elektrycznej, która jest oparta na spalaniu

reklama



ROCKFIN®
TRUSTED BY INDUSTRIES



Małkowo, ul. Pałacowa 9, 83-330 Żukowo, www.rockfin.pl

Światowy lider w projektowaniu i produkcji urządzeń dla przemysłu

gazu, system Mitsubishi Power emituje o połowę mniej dwutlenku węgla. To jedna z najbardziej innowacyjnych technologii na globalnym rynku energetycznym i ważna część zielonej rewolucji, którą obecnie przechodzi cała branża. MEGAMIE jest również strategicznym projektem dla ROCKFIN. Znacząco poszerza on nasze portfolio nowoczesnych rozwiązań, które wspierają transformację energetyczną – podsumowuje Michał Wróblewski, Dyrektor Handlowy, Wiceprezes Zarządu.

Firma ROCKFIN (www.rockfin.pl) powstała w 1991 roku i obecnie zatrudnia 700 osób, w tym ponad 250 inżynierów.

Spółka specjalizuje się w projektowaniu, produkcji, testowaniu i serwisowaniu systemów olejowych, gazowych i wodnych w sektorach energetycznym, przemysłowym oraz naftowo-gazowym.

ROCKFIN jest globalną firmą inżynierską z główną siedzibą i zakładem produkcyjnym o łącznej powierzchni 10 000 m² zlokalizowanymi w pobliżu Gdańska w Małkowie oraz zakładami produkcyjnymi w Gorlicach i Bydgoszczy. Spółka posiada również swoje oddziały w Szwajcarii i USA oraz biuro techniczno-handlowe we Włoszech.

Na przestrzeni ostatnich 31 lat ROCKFIN dostarczył setki urządzeń, które pracują w ponad 100 krajach m.in. w elektrowniach nuklearnych, gazowych,

wodnych, na platformach wiertniczych, polach gazowych czy statkach FPSO. Urządzenia produkcji ROCKFIN znajdują zastosowanie we wszystkich strategicznych gałęziach przemysłu, począwszy od energetyki zawodowej poprzez energetykę przemysłową i kończąc na odnawialnych źródłach energii. ■



Rockfin

Małkowo, ul. Pałacowa 9

83-330 Żukowo

tel. 58 728 29 00

e-mail: biuro@rockfin.pl

www.rockfin.pl

WYDARZENIA

Zielona transformacja wywoła rewolucję na rynku pracy. Powstaną zupełnie nowe zawody związane z OZE i elektromobilnością

Przechodzenie na zieloną energię oznacza dla Polski nie tylko zmiany w energetyce, ale i dogłębne przeobrażenia na rynku pracy. Dotyczy to w pierwszej kolejności sektora wydobywczego i górnictwa, które zatrudnia w Polsce 77,7 tys. pracowników.

– Osoby, które w tej chwili pracują w kopalniach, mogą znaleźć zatrudnienie choćby przy budowie i eksploatacji farm wiatrowych czy innych odnawialnych źródeł energii – mówi Monika Fedorczyk, ekspertka ds. rynku pracy Konfederacji Lewiatan.

Jak wskazuje, zapotrzebowanie na specjalistów w sektorach OZE będzie coraz większe, w przyszłości to właśnie brak wykwalifikowanych kadr może się okazać hamulcem dla rozwoju zielonej energetyki.

– Dlatego konieczne jest stworzenie takiego systemu, który umożliwi nabywanie konkretnych, potrzebnych na rynku kwalifikacji w formie krótkich szkoleń – wskazuje.

Według danych Forum Energii („Transformacja energetyczna w Polsce. Edycja 2021”) w ubiegłym roku produkcja energii elektrycznej z węgla w Polsce po raz pierwszy w historii spadła poniżej 70%.

Coraz większą rolę w krajowym miksie energetycznym odgrywają za to źródła odnawialne (głównie za sprawą prosumentckiej fotowoltaiki oraz elektrowni wiatrowych na lądzie) i gazowe. Zgodnie z rządową polityką (PEP 2040) na koniec tej dekady udział węgla w strukturze zużycia energii brutto w Polsce ma już nie przekraczać 56 proc. (albo 37,5 proc. w scenariuszu wysokich cen uprawnień do emisji CO₂). Z kolei udział OZE w końcowym zużyciu energii brutto ma do tego czasu wynosić nie mniej niż 23 proc., co oznacza proces wygaszania działalności kopalni węgla kamiennego. Zgodnie z umową społeczną podpisaną przez rząd z górnikami ostatnia przestanie działać w 2049 roku. W sektorze wydobywczym i górnictwie pracuje dziś w Polsce 77,7 tys. osób (dane ARP na listopad 2021 roku).

Według raportu Instytutu Badań Strukturalnych („Sprawiedliwa transformacja węglowa w regionie śląskim. Implikacje dla rynku pracy”) w latach 2015–2040 przy realizacji ambitnej polityki klimatycznej łączna liczba miejsc pracy w górnictwie spadnie w sumie o ok. 50 tys. Nie oznacza to, że tyle osób straci pracę, bo do 2040 roku 53 tys. górników odejdzie z sektora w sposób naturalny, czyli na emeryturę. Górnicy, których kopalnie zostaną zamknięte, zanim osiągną wiek emerytalny, będą zmuszeni do zmiany miejsca pracy. Duże szanse na znalezienie nowego

zatrudnienia mają m.in. w sektorach przetwórstwa przemysłowego, transportu czy budownictwa. Bardziej skomplikowana jest sytuacja górników z niższym wykształceniem – w ich przypadku znalezienie atrakcyjnej pracy poza kopalnią może się wiązać z koniecznością zdobycia dodatkowych kwalifikacji.

W sondażu przeprowadzonym na potrzeby raportu IBS górnicy jako główny kierunek poszukiwania nowej pracy wskazywali przede wszystkim sektor wydobywczy niezwiązany z węglem (20%), transport (14,9%) i branżę motoryzacyjną (14,8%). Średnio co 10 (10,7%) wskazał też na energetykę odnawialną.

Eksperti są zgodni, że choć w tej chwili trudno wiarygodnie prognozować zapotrzebowanie na specjalistów w branżach powiązanych z energetyką odnawialną, to z pewnością będzie ono rosło. W samym sektorze *offshore* – jak zapowiedział pełnomocnik rządu ds. OZE, Ireneusz Zyska – do 2040 roku ma w Polsce powstać od 60 do nawet 77 tys. nowych miejsc pracy. To właśnie niedobór wykwalifikowanych kadr, których już w tym momencie brakuje, może w przyszłości okazać się barierą w rozwoju projektów z zakresu morskiej energetyki wiatrowej – wynika z ubiegłorocznego raportu „Energia (od)nowa”, opracowanego przez ILF Consulting Engineers.

www.biznes.newseria.pl

Wreszcie Automaticon!

Wreszcie po 3 latach wróciły Targi Automaticon. Wróciła dawno wyczekiwana ich 26 edycja. Jak sobie Państwo przypominają, ostatnia ich odsłona odbyła się w roku 2019. W 2020 roku Targi miały się odbyć w dniach 17-19 marca, lecz niestety w związku z pandemią zostały odwołane. Czekaliśmy cierpliwie i dopiero w dniach 26-28 stycznia 2022 roku pojawiła się taka możliwość.

Targi Automaticon były od zawsze największym wydarzeniem branży automatyki przemysłowej, pomiarów i elektroniki. Można na nich było spotkać wystawców z całego kraju, przedstawiających swoje rozwiązania w tej dziedzinie.

Prezentacjom wystawców towarzyszyły dwudniowe seminaria, pozwalające na zapoznanie się z najnowszymi informacjami z takich obszarów, jak przepisy, regulacje, najnowsze technologie czy analizy energetyczne. Oprócz wiedzy teoretycznej, przekazywanej podczas wykładów, uczestnicy Targów mogli zdobyć umiejętności praktyczne.



Podczas 26 Targów Automaticon zaprezentowaliśmy przykłady falowników i softstartów umożliwiających inteligentną, łatwą kontrolę pracy silników używanych w przemyśle. Ich wykorzystanie jest dobrze osadzone w kontekście energooszczędności,



d gdyż pozwala na zmniejszenie ilości pobieranej mocy, a także na optymalizację pracy w zależności od aktualnego obciążenia układu. Zaprezentowaliśmy również nasze nowości. Falownik SXA, montowany bezpośrednio na silniku i najmniejszy nasz falownik SXD, który – mamy nadzieję – będzie hitem roku 2022 ze względu na swoją cenę i możliwości.

reklama



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

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



SANYU.eu[®]
falowniki • softstarty





Testowane i Serwisowane w Polsce
+48 606 945 936



OSZCZĘDZA ŚRODOWISKO I TWOJE PIENIĄDZE
ECO-MONEY SAVING



od 2013 r.
SANYU.eu[®]
na polskim rynku



Jako uczestnicy Targów mieliśmy okazję nie tylko zaprezentować swoje rozwiązania, lecz również spotkać się z naszymi stałymi klientami i nawiązać nowe znajomości. Cieszymy się, iż te pracowite 3 dni były pełne ciekawych rozmów. Pragniemy także podziękować wszystkim uczestnikom Targów za zainteresowanie naszymi produktami. Liczymy na równie owocne spotkania w kolejnych latach. ■

SANYU.eu[®]
falowniki • softstarty

e-mail: info@sanyu.eu

www.sanyu.eu

KGHM 14 lutego 2022 roku w Waszyngtonie podpisał porozumienie z NuScale w sprawie wdrożenia zaawansowanych małych reaktorów modułowych (SMR w Polsce)

Ryszard Klencz

Lider Innowacji KGHM podpisał umowę w sprawie rozpoczęcia prac nad wdrożeniem zaawansowanych małych reaktorów modułowych (SMR) w Polsce. Porozumienie podpisano w Waszyngtonie 14 lutego 2022 roku w obecności wicepremiera Jacka Sasina i przedstawiciela amerykańskiej administracji.

KGHM z firmą NuScale wdroży technologię SMR w Polsce do 2029 roku. Dzięki tej technologii czysta energia zasili produkcję miedzi. Projekt jest modułowy, więc pozwala na bezproblemowe zwiększanie skali przedsięwzięcia. Wynikiem finalnym będzie zmniejszenie emisji CO₂ o 8 mln ton rocznie.

Małe reaktory jądrowe do 2029 roku to kierunek Polityki Klimatycznej KGHM Polska Miedź oraz nowy kierunek strategiczny Spółki – czysta energia.

– KGHM z dumą inicjuje projekt produkcji energii w 100% wolnej od emisji dwutlenku węgla, wywiązując się ze swojego zobowiązania do prowadzenia działań na rzecz dekarbonizacji. Technologia SMR zwiększy efektywność kosztową firmy i przekształci polski sektor energetyczny – powiedział prezes KGHM Polska Miedź, Marcin Chłudziński.

Zawarte porozumienie to krok milowy w kierunku rozwoju czystej i taniej energii oraz ochrony klimatu.

– W globalnym wyścigu o szybkie zmniejszenie emisji na całym świecie technologia NuScale stanowi idealne rozwiązanie,

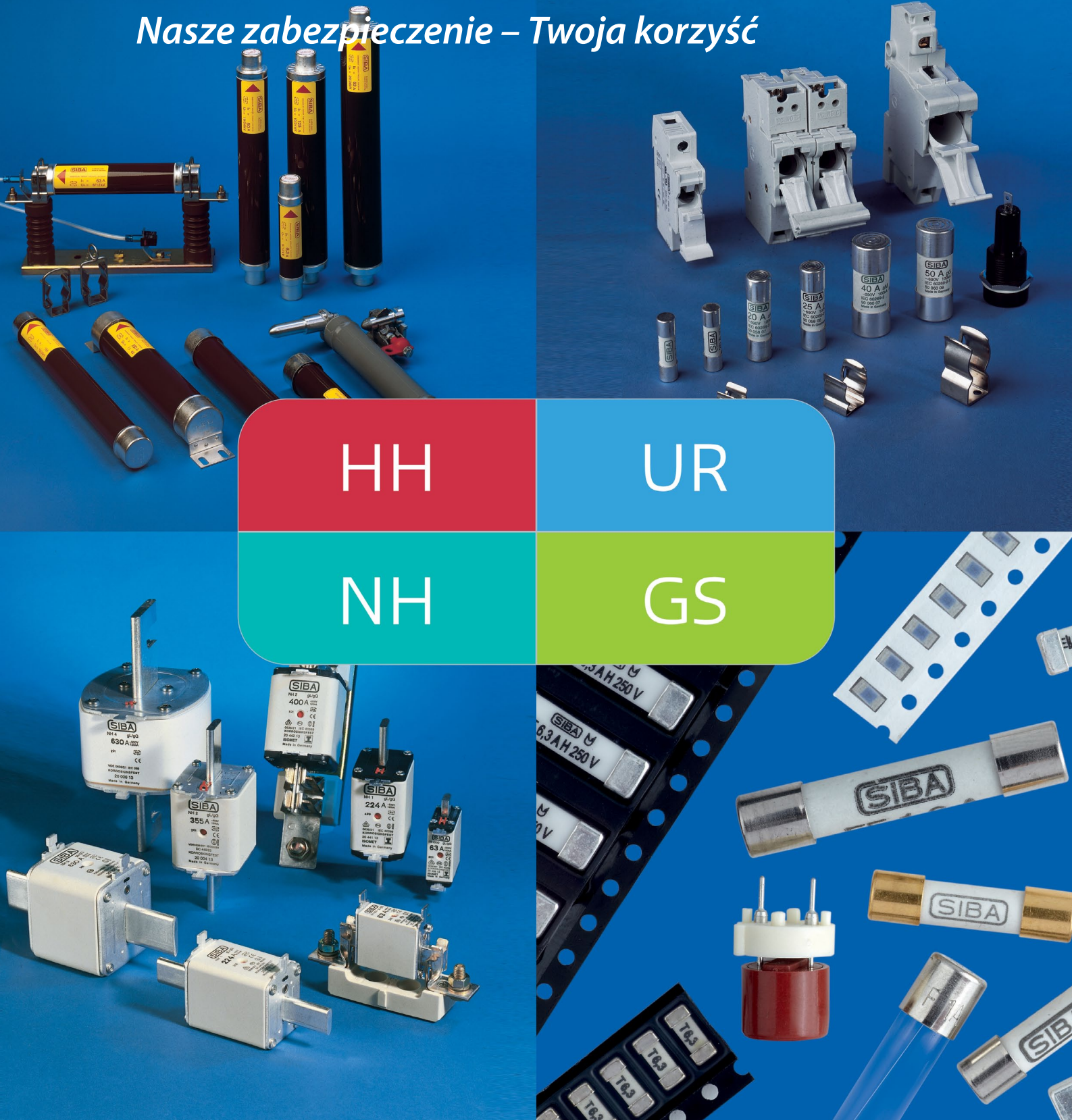
aby osiągnąć ten cel klimatyczny, jednocześnie zapewniając dobrobyt gospodarczy – powiedział John Hopkins, prezes i dyrektor generalny NuScale Power. – NuScale z dumą współpracuje z KGHM, doświadczonym liderem innowacji, i cieszymy się, że możemy wspólnie pracować nad kolejną erą zaawansowanego wdrażania czystej energii i stawić czoła kryzysowi klimatycznemu – dodał.



Firma NuScale Power opracowała nową, modułową elektrownię jądrową z reaktorem lekkowodnym, która dostarcza energię do wytwarzania energii elektrycznej, ciepłownictwa, odsalania, produkcji wodoru i innych zastosowań związanych z ciepłem procesowym. Ten przełomowy projekt małego reaktora modułowego (SMR) zawiera w pełni fabrykowany moduł NuScale Power Module™ zdolny do generowania 77 MW energii elektrycznej przy użyciu bezpieczniejszej, mniejszej i skalowalnej wersji technologii reaktora ciśnieniowego. Skalowalna konstrukcja NuScale – elektrownie, które mogą pomieścić do czterech, sześciu lub 12 pojedynczych modułów zasilania – oferuje korzyści płynące z energii bezemisyjnej i zmniejsza zobowiązania finansowe związane z obiektami jądrowymi o wielkości gigawatów. Większościowym inwestorem w NuScale jest Fluor Corporation, globalna firma zajmująca się inżynierią, zaopatrzeniem i budową, która od ponad 70 lat wspiera projekty jądrowe. ■

rowania 77 MW energii elektrycznej przy użyciu bezpieczniejszej, mniejszej i skalowalnej wersji technologii reaktora ciśnieniowego. Skalowalna konstrukcja NuScale – elektrownie, które mogą pomieścić do czterech, sześciu lub 12 pojedynczych modułów zasilania – oferuje korzyści płynące z energii bezemisyjnej i zmniejsza zobowiązania finansowe związane z obiektami jądrowymi o wielkości gigawatów. Większościowym inwestorem w NuScale jest Fluor Corporation, globalna firma zajmująca się inżynierią, zaopatrzeniem i budową, która od ponad 70 lat wspiera projekty jądrowe. ■

Nasze zabezpieczenie – Twoja korzyść



Nasze bezpieczniki zapewniają bezpieczeństwo ludziom, maszynom, systemom.

Niezawodnie.

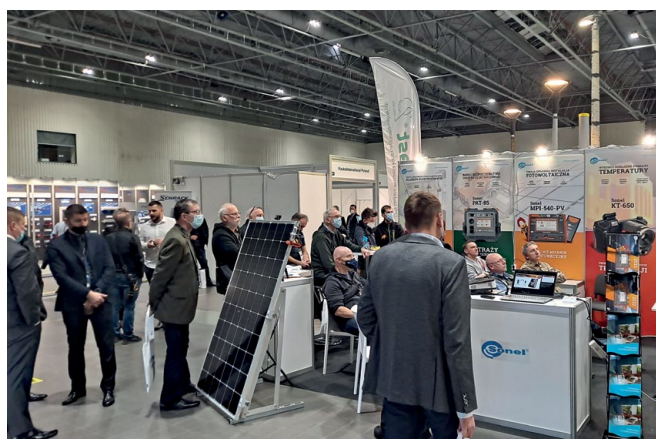


SIBA Polska Sp. z o.o., 05-082 Stare Babice, ul. Warszawska 300 D
tel.: 22 832 14 77, 601 241 236, 603 567 198, e-mail: siba@siba-bezpieczniki.pl, www.siba-bezpieczniki.pl

Targi AUTOMATICON w nowym wymiarze

Za nami 26. edycja Międzynarodowych Targów Automatyki i Pomiarów AUTOMATICON.

Mimo pandemii dopisali zarówno wystawcy, jak i goście, którzy chętnie korzystali z tak rzadkiej dziś okazji do osobistych rozmów i nawiązania nowych kontaktów.



Warszawskie centrum EXPO XXI w dniach 26–28 stycznia 2022 r. stało się jednocześnie areną spotkań w ramach dwóch imprez organizowanych razem z Targami AUTOMATICON – 19. Międzynarodowych Targów Sprzętu Elektrycznego i Systemów Zabezpieczeń ELEKTROTECHNIKA oraz 29. Międzynarodowych Targów Sprzętu Oświetleniowego ŚWIATŁO. Patronat Honorowy objęli: Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Minister Edukacji i Nauki, Marszałek Województwa Mazowieckiego Adam Struzik, Komitet Automatyki i Robotyki PAN.

218 firm, 4534 gości oraz 246 uczestników szkoleń, warsztatów i seminariów zorganizowanych w trakcie wydarzenia – tak wypada podsumowanie tegorocznych Targów w liczbach. Dwanaście procent zwiedzających stanowili goście z zagranicy, z takich państw, jak: Albania, Łotwa, Ukraina, Francja, Litwa, Belgia, Niemcy, Chorwacja, Mołdawia, Rosja, Austria, Norwegia, Kazachstan, Estonia, Wielka Brytania, Irlandia, Włochy, Portugalia, Czechy, Holandia, Słowacja, Kosowo, Dania i Islandia.

Ze względu na pandemię i obowiązujące obostrzenia zarówno w Polsce, jak i na świecie, tegoroczna edycja miała nieco mniejszy zasięg od poprzednich, ale w opinii wielu wystawców to były znakomite Targi pod względem kontaktów handlowych. Jedyne w tej części Europy wydarzenie silnie konsolidujące branżę, a nawiązane kontakty mają szansę przełożyć się na satysfakcjonujące zamówienia i pozwolić sprostać aktualnym wyzwaniom.





Nieodłącznym elementem każdej edycji Międzynarodowych Targów Automatyki i Pomiarów AUTOMATICON jest przyznanie Złotych Medali – prestiżowych wyróżnień, przyznawanych za innowacyjne produkty z szeroko pojmowanej automatyki. W tym roku otrzymały je:

- Centrum Badań i Rozwoju Technologii dla Przemysłu SA (nagrodzono Zrobotyzowany system tynkarski (ZST));
- FINDER Polska Sp. z o.o. (przekaznik wysokiej mocy serii 68);
- InovatICA AGV Sp. z o.o. (autonomiczne wózki widłowe INOVATICA AGV);
- LEAN TECH Sp. z o.o. (robot AMR Lean-Cart 20.0);
- Sieć Badawcza Łukasiewicz – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP (Tachograf kolejowy typ TC-XXXX).

Pełna oferta wystawców jest zamieszczona w katalogu targowym <https://www.automaticon.pl/o-targach/katalog/> i w prezentacji na platformie <https://superexpo.com/pl/targi/56962/automaticon-2022>.

Kolejna edycja Targów AUTOMATICON odbędzie się w marcu 2023 roku. ■



Dotacje unijne dla przedsiębiorstw w 2022 roku – co wiadomo

Anna Szymczak

Skończyły się środki unijne z perspektywy 2014–2020 i co dalej? Sytuacja w przedsiębiorstwach nie napawa optymizmem – inflacja, wzrosty kosztów energii i paliw. W tych okolicznościach potrzeba wsparcia firm jest większa niż dotychczas, a tymczasem w tematyce dotacyjnej panuje zastój. Sytuacja polityczna wywiera piętno na pracach legislacyjnych. Nie oznacza to jednak, że nic się nie dzieje. Pewne kierunki są już wytyczone.

Nowa perspektywa 2021–2027

Aktualnie trwają prace nad nowymi programami i powstają projekty dokumentów z warunkami podziału nowych środków z Funduszy Europejskich na następne 7 lat. Najważniejsza z tych dokumentów jest Umowa Partnerstwa. Instrumentami realizacji Umowy są krajowe i regionalne programy, które wspólnie tworzą spójny system dokumentów programowych polityki spójności w perspektywie 2021–2027 w Polsce.

Wyznaczono 6 celów polityki spójności na lata 2021–2027

Cel 1. Bardziej konkurencyjna i inteligentna Europa dzięki promowaniu innowacyjnej i inteligentnej transformacji gospodarczej, w tym: wzrost znaczenia badań i innowacji w strukturze gospodarczej kraju oraz wykorzystywanie zaawansowanych technologii, wzmacnianie potencjału przedsiębiorstw i administracji publicznej na rzecz nowoczesnej gospodarki.

Cel 2. Bardziej przyjazna dla środowiska niskoemisyjna Europa, w tym: efektywność energetyczna, wsparcie produkcji energii z odnawialnych źródeł, wsparcie infrastruktury energetycznej i inteligentnych rozwiązań (*smart grids*), gospodarka odpadami i efektywne wykorzystanie zasobów, transport niskoemisyjny i mobilność miejska, i inne.

Cel 3. Lepiej połączona Europa, w tym: rozwój transportu, sieci szerokopasmowe.

Cel 4. Europa o silniejszym wymiarze społecznym, w tym rynek pracy, zasoby ludzkie, ochrona zdrowia.

Cel 5. Europa bliżej obywateli.

Cel 6. Łagodzenie skutków transformacji w kierunku gospodarki neutralnej dla klimatu.

Nowa perspektywa to 76 mld euro – 40% środków trafi do regionów, pozostałe 60% zostanie podzielone z poziomu centralnego w ramach programów krajowych.

Z punktu widzenia rozwoju i inwestycji przedsiębiorstw najwyższą rolę będzie odgrywał ogólnokrajowy program pn. Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki, tzw. FENG.

FENG będzie następcą Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój. Tutaj wskazane będą główne środki na rozwój przedsiębiorczości. Odbiorcami programu będą:

- podmioty, które zamierzają rozpocząć działalność innowacyjną;
- podmioty, które zwiększają swój potencjał konkurencyjności i innowacyjności;
- liderzy innowacji.

Z alokacji 7,9 mld EUR szacuje się, że 55% adresowane będzie dla przedsiębiorców, 43% zostanie przeznaczone na środowisko sprzyjające innowacjom, a pozostała kwota to środki na pomoc techniczną.

W ramach tego programu wspierane będą projekty odpowiadające potrzebom przedsiębiorców z zakresu:

- prac B+R;
- rozwoju infrastruktury B+R;
- wdrożeń wyników badań;
- internacjonalizacji rozumianej jako finansowanie wydatków związanych z promocją zagraniczną i dotyczących m.in.: komercjalizacji wyników prac B+R za granicą, udziału w międzynarodowych łańcuchach dostaw, udziału w globalnym rynku zamówień publicznych oraz współpracy międzynarodowej;
- zapewnienia usług w obszarze uzyskania i realizacji ochrony praw własności intelektualnej;
- rozwoju kompetencji pracowników i osób zarządzających przedsiębiorstwem;
- cyfryzacji – związanej z transformacją w kierunku Przemysłu 4.0, w szczególności automatyki i robotyzacji, działań związanych z cyberbezpieczeństwem w przedsiębiorstwach;
- „zazieleniania” przedsiębiorstw.

Główne środki mają zostać przekazane do sektora MSP (małych i średnich przedsiębiorstw), a w mniejszym zakresie trafią do dużych przedsiębiorstw.

W przypadku realizacji projektów przez konsorcja (również z organizacją badawczą lub instytucją otoczenia biznesu), obligatoryjnym warunkiem jest, aby w jego skład wchodziło przedsiębiorstwo jako lider konsorcjum.

Większość powyżej wskazanych modułów jest już znana firmom, ale nowością jest moduł „zazielenienie”. Pod tym pojęciem ujmujemy się działania związane z transformacją przedsiębiorstw w kierunku zrównoważonego rozwoju oraz gospodarki obiegu zamkniętego, w tym rozwój nowych modeli biznesowych. Realizacja modułu ma wpływać na zmianę myślenia przedsiębiorstw o całości prowadzonej działalności gospodarczej, uwzględnienia jej aspektów środowiskowych i przestawieniu jej na model cyrkularny: od wyboru kontrahentów i zasobów, przez projektowanie produktów i usług, aż po zrównoważoną produkcję i zarządzanie odpadami oraz cyklem życia produktów.

Moduł obejmuje wsparcie ekoprojektowania, przeprowadzania ocen środowiskowych i dotyczących cyklu życia produktu (jak ETV, PEF czy LCA) oraz wdrożenie płynących z nich rekomendacji i wsparcie inwestycji w ramach zazieleniania przedsiębiorstw, w tym wdrożenie wyników B+R.

Dotychczas projekty prośrodowiskowe miały spore trudności w pozyskaniu środków na rozwój, ale w nowej perspektywie powinno to ulec zmianie, co jest nowością.

Natomiast „Cyfryzacja” to wsparcie przeznaczone na finansowanie usług doradczych, a także inwestycji związanych z automatyzacją i robotyzacją procesów w przedsiębiorstwie,

zmierzających do transformacji w kierunku Przemysłu 4.0, z uwzględnieniem podniesienia poziomu wykorzystania technologii cyfrowych, jak również usług i inwestycji w zakresie cyberbezpieczeństwa w przedsiębiorstwie. Ostatnie nabory prowadzone przez PARP dotyczyły cyfryzacji, więc to pojęcie staje się coraz bliższe.

Inne nowe programy operacyjne 2021+ to:

- Fundusze Europejskie dla Polski Wschodniej;
- Fundusze Europejskie na Rozwój Cyfrowy;
- Pomoc Techniczna dla Funduszy Europejskich.

Wskazane powyżej informacje bazują – w głównej mierze – na projektach dokumentów (wersjach niezatwierdzonych), bo są poważne opóźnienia we wdrażaniu nowej perspektywy. Zgodnie z informacjami opublikowanymi na www.poir.gov.pl saldo transferów pomiędzy Polską a Unią Europejską w latach 2004–2021 (do końca listopada 2021 r.) jest dodatnie. Wg danych Ministerstwa Finansów na koniec listopada 2021 r. Polska wpłaciła od maja 2004 r. do budżetu UE ponad 68,6 mld EUR (uwzględniając zwroty oraz składkę). W tym samym okresie Polska pozyskała z unijnego budżetu prawie 210,4 mld EUR. Jak nie liczyć, środki z UE są ważnym impulsem rozwojowym przedsiębiorstw. ■

Anna Szymczak – Pełnomocnik MS-Consulting Klaudiusz Szymczak

reklama



Darmowa e-prenumerata!

www.nis.com.pl

napędy i sterowanie

miesięcznik naukowo-techniczny



Bateria trakcyjna z podwyższonym poziomem ochrony przeciwporażeniowej

Emil Król, Marcin Maciążek, Tadeusz Glinka

1. Wstęp

Pojazdy z napędem elektrycznym mają na swoim pokładzie zainstalowane różne magazyny energii, przykładowo:

- samochody osobowe o zasięgu 100–200 km dysponują bateriami o pojemności 15–25 kWh;
- autobusy do jazdy między ładowaniem w czasie ok. 4 godzin o pojemności 150–200 kWh.

Baterie akumulatorów zazwyczaj złożone są z kilku modułów rozmieszczonych na pokładzie pojazdu. Każdy moduł może się składać nawet z kilkuset ogniw połączonych szeregowo, równoległe lub szeregowo-równoległe tak, aby uzyskać odpowiednie napięcie oraz pojemność modułu. Obecnie do budowy akumulatorów najczęściej wykorzystuje się ogniwa litowo-jonowe, litowo-polimerowe lub litowo-tytanowe. Aby ograniczyć straty energii elektrycznej oraz uzyskać wymagane parametry napędu elektrycznego pojazdu, moduły baterii akumulatorów są łączone szeregowo. Sumaryczne napięcie pakietowej baterii akumulatorów w zależności od typu pojazdu wynosi od 200 do 600 V. Bateria nie ma galwanicznego połączenia z karoserią pojazdu, w związku z czym w normalnej eksploatacji pojazdu bateria nie stwarza zagrożenia dla ludzi. Zagrożenie takie może natomiast powstać w sytuacjach awaryjnych pojazdu, np. po kolizji drogowej. Napięcie baterii stwarza zagrożenie porażenia prądem elektrycznym pasażerów i osób udzielających pomocy poszkodowanym. Zagrożenie porażenia elektrycznego istnieje także dla nieświadomych użytkowników i nieprzeszkolonych pracowników warsztatów samochodowych wykonujących jakiegokolwiek czynności w obwodach elektrycznych układu napędowego. Ze względu na duże pojemności akumulatorów w pojazdach ich szybkie rozładowanie nie jest możliwe. Konstrukcja baterii powinna zapewniać bezpieczeństwo ludzi także w przypadku, gdy obudowa została uszkodzona lub nastąpiło zwarcie z karoserią jednego z biegunów baterii i powstało zagrożenie porażenia prądem elektrycznym.

Każdy magazyn energii ma zainstalowany system kontroli baterii akumulatorów BMS (*Battery Management System*), który kontroluje parametry eksploatacyjne baterii, w tym również zabezpieczenia: nadprądowe, podnapięciowe, nadnapięciowe i termiczne. Typowy system BMS nie zapewnia jednak ochrony przeciwporażeniowej wysokim napięciem baterii w sytuacjach awaryjnych, np. po uszkodzeniu obudowy akumulatora w czasie wypadku. W patencie [1] i artykule zaproponowano koncepcję rozłączania modułów bateryjnych.

2. Napięcie dotykowe bezpieczne

Jako graniczną wartość bezpiecznego (niepowodującego obrażeń) prądu przemiennego przepływającego przez ciało

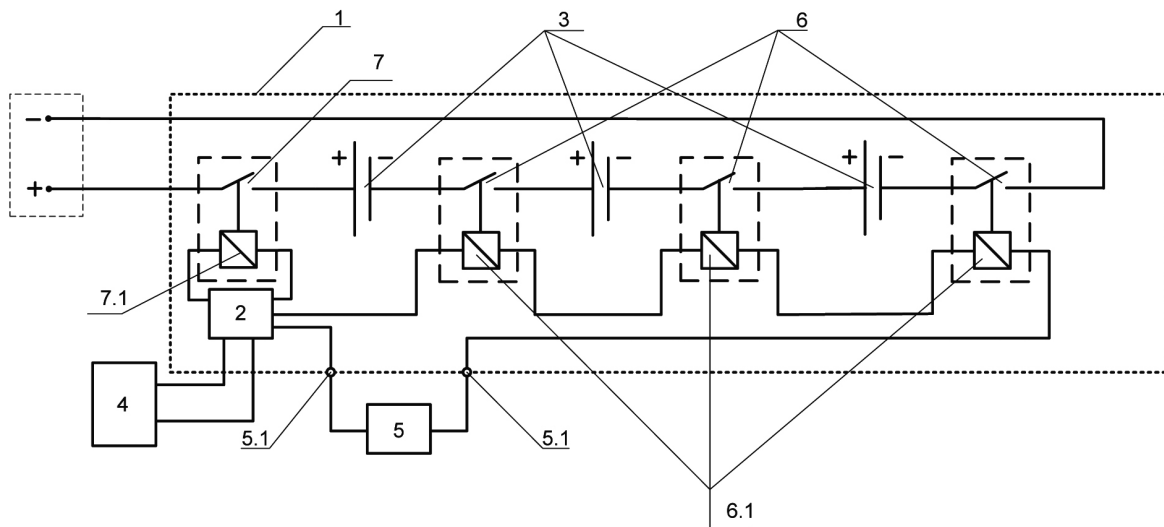
Streszczenie: Magazyny energii w pojazdach elektrycznych mają zainstalowany system BMS, który kontroluje parametry eksploatacyjne baterii akumulatorów oraz ma wbudowane zabezpieczenia: nadprądowe, podnapięciowe, nadnapięciowe i termiczne. W sytuacjach awaryjnych pojazdu i uszkodzeniu obudowy akumulatora system BMS nie zabezpiecza jednak ludzi przed porażeniem napięciem baterii trakcyjnej. W artykule przedstawiono koncepcję podziału baterii trakcyjnej na moduły, z których każdy ma napięcie nie wyższe niż traktowane jako bezpieczne dla ludzi. Moduły baterii połączono stycznikami, a na obudowie baterii umieszczono czujnik uderzeniowy. Uzwojenia sterujące styczników połączono z akumulatorem niskonapięciowym, systemem BMS i z czujnikiem uderzeniowym. W przypadku kolizji drogowej pojazdu i zadziałania czujnika uderzeniowego prąd w obwodzie uzwojeń sterujących zostaje wyłączony i styczniki rozłączają moduły baterii. Także w czasie postoju pojazdu lub zdjęcia obudowy system BMS przerywa prąd w uzwojeniach sterujących styczników i moduły baterii są rozłączone.

Słowa kluczowe: pojazd elektryczny, bateria trakcyjna, zabezpieczenie przed porażeniem elektrycznym

TRACTION BATTERY WITH INCREASED LEVEL OF PROTECTION AGAINST ELECTRIC SHOCK

Abstract: Energy stores in electric vehicles have a BMS installed that controls the operating parameters of the battery pack, and has built-in overcurrent, undervoltage, overvoltage, and thermal protection. However, during vehicle emergencies and battery case damage, the BMS does not protect people from being shocked by the traction battery voltage. This paper presents the concept of dividing the traction battery into modules, each of which has a voltage no higher than that treated as safe for humans. The battery modules are connected by contactors and a shock sensor is placed on the battery housing. The control windings of the contactors are connected to the low voltage battery, the BMS system and the impact sensor. In the event of a road collision with the vehicle and activation of the impact sensor, the current in the control windings circuit is switched off and the contactors disconnect the battery modules. Also, when the vehicle is stationary or the chassis is removed, the BMS interrupts the current in the control windings of the contactors and the battery modules are disconnected.

Keywords: electric vehicle, traction battery, protection against electric shock



Rys. 1. Uproszczony schemat elektryczny połączenia modułów (3) baterii ze stycznikami (6), których uzwojenia sterujące (6.1) są połączone szeregowo i są połączone z akumulatorem niskonapięciowym (4), BMS (2) i czujnikiem uderzeniowym (5)

człowieka przyjmuje się wartość 50 mA. Natomiast rezystancję ciała człowieka determinuje naskórek. W warunkach normalnych, przy suchym naskórku, minimalna rezystancja ciała ludzkiego ma wartość około 1 k Ω . Zatem wykorzystując prawo Ohma, można wyznaczyć napięcie zmienne dotykowe, które w takim przypadku przyjmuje wartość 50 V i jest nazywane granicznym napięciem bezpiecznym. Jest to największa wartość napięcia, które nie stanowi zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka w danych warunkach otoczenia. Ze względów bezpieczeństwa w instalacjach elektrycznych napięcia zmiennego wyłączniki różnicowoprądowe są nastawiane na wyłączenie obwodu przy przekroczeniu prądu różnicowego o wartości znacznie mniejszej od 50 mA, najczęściej są nastawiane na

wartość prądu 30 mA. Zabezpieczenie takie skutecznie zatem chroni człowieka przed porażeniem prądem elektrycznym. Prąd stały jest mniej szkodliwy niż prąd przemienny, dlatego też dopuszczalne napięcie traktowane jako bezpieczne jest wyższe niż dla napięcia przemiennego i ma wartość 120 V. W warunkach zawilgocenia naskórka, np. podczas deszczu, rezystancja obwodu źródła napięcia – człowiek zmniejsza się i przy tym samym napięciu zwiększa się wartość prądu przepływającego przez ciało człowieka. Dlatego też wartości napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale (zarówno dla napięcia stałego, jak i przemiennego) zależą od warunków wilgotności. Napięcia dotykowe bezpieczne zestawiono w tabeli 1.

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 dekontaktry (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).

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



Tabela 1. Napięcia dotykowe bezpieczne

Warunki	Napięcie przemiennie [V]	Napięcie stałe [V]
Normalne (suche)	50	120
Zwiększone zagrożenie (wilgotny naskórek)	25	60
Ekstremalne zagrożenie (mokry naskórek)	12	30

3. Układ rozłączania modułów bateryjnych

Każdy pojazd elektryczny ma na swoim pokładzie, oprócz wysokonapięciowych akumulatorów trakcyjnych, także akumulator niskonapięciowy 12 V lub 24 V, bądź 48 V. Zadaniem tego akumulatora jest zasilanie: oświetlenia, różnego rodzaju czujników i wszelkiego rodzaju napędów i urządzeń zwiększających komfort jazdy. Akumulator ten można wykorzystać do układu zabezpieczenia wysokonapięciowego akumulatora trakcyjnego. W takim przypadku bateria akumulatorów trakcyjnych może zostać podzielona na *n* modułów. Napięcie każdego modułu powinno spełniać wymagania zestawione w tabeli 1. Proponuje się napięcie 60 V odpowiadające warunkom o zwiększonym zagrożeniu.

Założenia dotyczące zabezpieczenia baterii o podwyższonym poziomie ochrony przeciwporażeniowej:

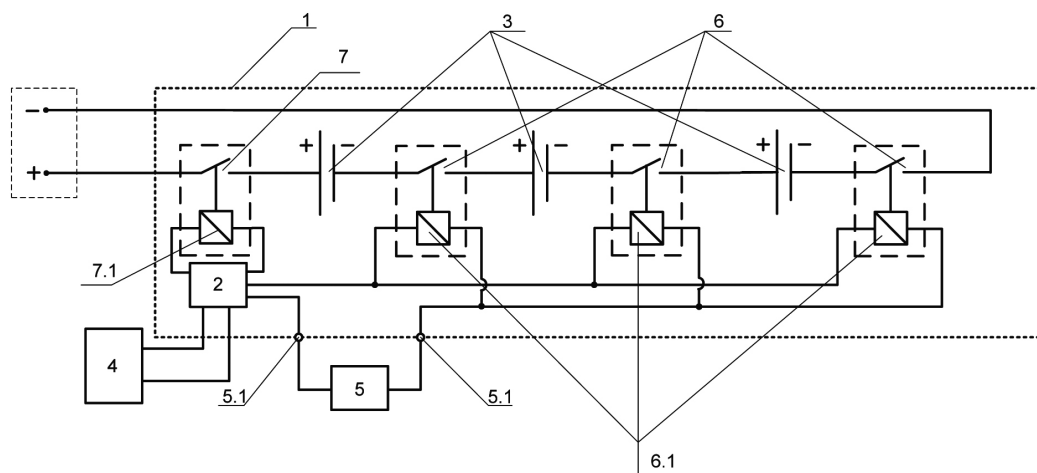
- bateria jest podzielona na *n* modułów o napięciu każdego z nich nie większym niż 60 V, które są ze sobą połączone szeregowo stycznikami normalnie otwartymi;
- moduły baterii są łączone ze sobą tylko w czasie jazdy pojazdu i normalnej pracy;
- przy postoju pojazdu moduły baterii są rozłączane;
- bateria jest wyposażona w system kontroli BMS i czujnik uderzeniowy;
- uzwojenia sterujące styczników są połączone z sobą szeregowo bądź równoległe i są połączone szeregowo z czujnikiem uderzeniowym oraz są zasilane, poprzez BMS, z akumulatora niskonapięciowego 12 V lub 24 V, bądź 48 V;

- czujnik uderzeniowy jest przymocowany do obudowy zabezpieczonej baterii.

Przykładowe schematy połączeń modułów baterii ze stycznikami, z szeregowo i równoległe połączonymi uzwojeniami sterującymi oraz akumulatorem niskonapięciowym, układem BMS i czujnikiem uderzeniowym przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

Bateria akumulatorów (1) standardowo ma obudowę wykonaną z materiału dielektrycznego i jest wyposażona w stycznik główny (7) oraz system kontroli BMS (2). Bateria akumulatorów jest podzielona na *n* modułów (3), każdy o napięciu bezpiecznym nieprzekraczającym 60 V. Wszystkie moduły są ze sobą połączone szeregowo stycznikami (6) normalnie otwartymi. W rozwiązaniu przedstawionym na rysunku 1 bateria jest podzielona na *n* = 3 moduły, a uzwojenia sterujące (6.1) styczników są połączone szeregowo z czujnikiem uderzeniowym (5) i są zasilane, poprzez układ kontroli baterii BMS (2), z akumulatora niskonapięciowego (4). Na rysunku 2 bateria jest podzielona także na *n* = 3 moduły, a uzwojenia sterujące styczników są połączone z sobą równoległe. Czujnik uderzeniowy lub tylko końcówki (5.1) czujnika uderzeniowego są przymocowane do obudowy zabezpieczonej baterii.

Układ kontroli baterii BMS zarządza załączaniem i wyłączaniem stycznika głównego (7) poprzez uzwojenie sterujące stycznika głównego (7.1) oraz załącza i wyłącza styczniki (6) modułowe. Załączanie odbywa się sekwencyjnie, najpierw są załączane styczniki (6), a następnie stycznik główny (7). Wyłączenie stycznika głównego i styczników modułowych następuje równocześnie. Odłączenie akumulatora niskonapięciowego (4) powoduje natychmiastowe wyłączenie stycznika głównego i styczników modułowych, a tym samym napięcie na poszczególnych modułach baterii nie przekroczy napięcia bezpiecznego (odłączenie akumulatora niskonapięciowego w pojeździe jest jedną z pierwszych czynności wykonywanych w sytuacjach awaryjnych). W przypadku kolizji drogowej pojazdu i zadziałania czujnika uderzeniowego prąd w obwodzie uzwojeń sterujących zostaje wyłączony i styczniki automatycznie rozłączają baterię akumulatorów na pojedyncze moduły o napięciu bezpiecznym dla człowieka. W czasie postoju i nieużywania



Rys. 2. Uproszczony schemat elektryczny połączenia modułów (3) baterii ze stycznikami (6), których uzwojenia sterujące (6.1) są połączone równoległe i są połączone z akumulatorem niskonapięciowym (4), BMS (2) i czujnikiem uderzeniowym (5)

pojazdu system BMS przerywa prąd w uzwojeniach sterujących styczników i moduły baterii zostają rozłączone, bateria trakcyjna jest bezpieczna dla ludzi.

4. Podsumowanie

Stale rosnąca liczba pojazdów elektrycznych poruszających się po drogach publicznych powoduje, że coraz częściej w stłuczkach i wypadkach drogowych uczestniczą samochody i inne pojazdy elektryczne wyposażone w wysokonapięciowe magazyny energii. Służby ratownicze nigdy nie mają pewności, czy podczas zdarzeń drogowych akumulator trakcyjny nie uległ uszkodzeniu i czy bez narażania własnego bezpieczeństwa i życia mogą udzielić pomocy poszkodowanemu. Magazyny energii w pojazdach elektrycznych mają zainstalowane systemy kontroli baterii akumulatorów BMS, które kontrolują parametry eksploatacyjne baterii, w tym również zabezpieczenia: nadprądowe, podnapięciowe, nadnapięciowe i termiczne. W sytuacjach awaryjnych pojazdu i przy uszkodzeniu obudowy akumulatora system BMS nie zapewnia jednak ochrony przeciwporażeniowej napięciem baterii trakcyjnej. Przedstawiona koncepcja podziału baterii akumulatorów trakcyjnych na moduły o napięciu do 60 V zapewnia wysoki poziom bezpieczeństwa zarówno dla kierowcy, jak również służb ratowniczych. Zaproponowany akumulator trakcyjny podzielono, a następnie

połączono stycznikami, a na obudowie baterii umieszczono czujnik uderzeniowy. Uzwojenia sterujące styczników połączono z akumulatorem niskonapięciowym, systemem BMS i z czujnikiem uderzeniowym. W przypadku kolizji drogowej pojazdu i zadziałania czujnika uderzeniowego prąd w obwodzie uzwojeń sterujących zostaje wyłączony i styczniki rozłączają moduły baterii akumulatorów trakcyjnych. Także w czasie postoju pojazdu system BMS przerywa prąd w uzwojeniach sterujących styczników i moduły baterii zostają rozłączone.

Literatura

- [1] KRÓL E., MACIĄZEK M., GLINKA T.: *Modułowa bateria akumulatorów*. Patent PL 229845 z dnia 17.12.2017 r.
- [2] https://pl.wikipedia.org/wiki/Napi%C4%99cie_bezpieczne

mgr inż. Emil Król, prof. dr hab. inż. Tadeusz Glinka
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL;

dr hab. inż. Marcin Maciązek, prof. PŚ.
Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny, Katedra Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki

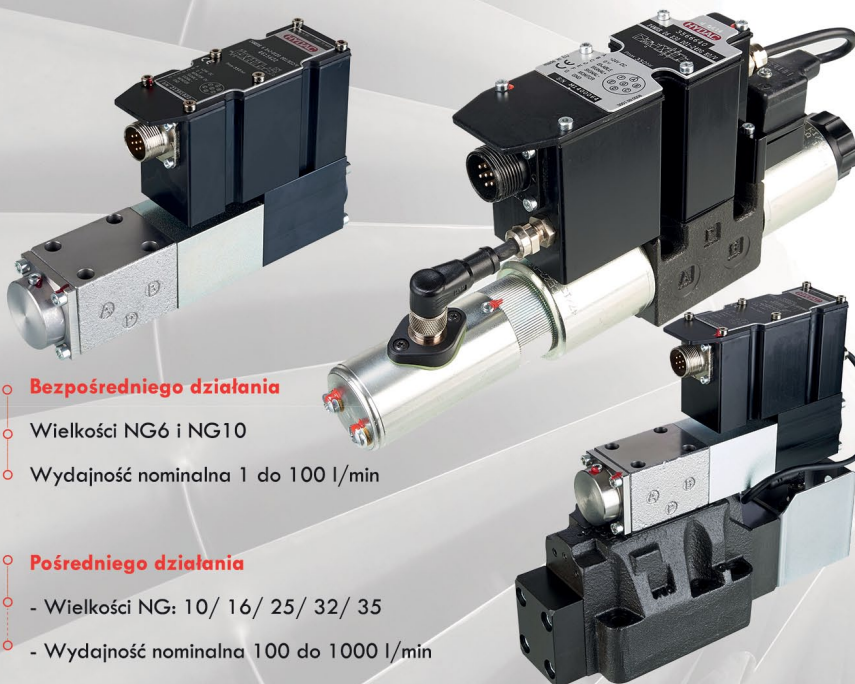
reklama

30

HYDAC
POLSKA

ROZWIĄZANIA DLA PRZEMYSŁU

Zawory proporcjonalne oraz zawory regulacyjne dla Energetyki Wodnej:



Bezpośredniego działania

- Wielkości NG6 i NG10
- Wydajność nominalna 1 do 100 l/min

Pośredniego działania

- Wielkości NG: 10/ 16/ 25/ 32/ 35
- Wydajność nominalna 100 do 1000 l/min

Przykłady stosowania:

Sterowanie proporcjonalne kąta nachylenia łopatek w turbinach wodnych

W przypadku wystąpienia awarii możliwość bezpiecznego przesterowania zaworu głównego

Zawory dostępne w wersji płytowej sterowane hydraulicznie lub elektrycznie z kontrolą lub bez kontroli położenia

Zalety:

Zabudowa modułowa; możliwość łączenia kilku funkcji jednocześnie

Zintegrowana elektronika możliwość zmian nastaw

Zabudowa i przyłącza elektryczne zgodne z aktualnymi normami

Zoptymalizowane do pracy z urządzeniami przeznaczonymi dla Energetyki Wodnej

www.hydac.com.pl



Stacja szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych

Jakub Bernatt, Stanisław Gawron, Tadeusz Glinka, Artur Polak

1. Wstęp

Stacje ładowania pojazdów można podzielić na małej mocy, przeznaczone do ładowania baterii pojedynczych pojazdów, i dużej mocy, przeznaczone do ładowania baterii w autobusach oraz do szybkiego ładowania innych mniejszych pojazdów. Pojemność energetyczna akumulatorów trakcyjnych w samochodzie elektrycznym o zasięgu 100–150 km wynosi 15–25 kWh [6, 7, 8, 9], a w autobusie 75 kWh [10]. Stacje małej mocy są zasilane z sieci elektroenergetycznej 400 V, natomiast ze względu na duży pobór mocy stacje do ładowania dużych pojemności akumulatorów, np. do autobusów, lub zbiorcze stacje ładowania powinny być zasilane z sieci elektroenergetycznej 15 kV lub 25 kV. Artykuł dotyczy stacji ładowania zasilanych z sieci 400 V. Ładowarki w tych stacjach:

- o mocy około 2 kW są zasilane napięciem jednofazowym 230 V i są umieszczone wewnątrz pojazdu, czas ładowania baterii wynosi 11–14 godzin;
- o mocy do 20 kW mogą być umieszczone wewnątrz lub na zewnątrz pojazdów, zasilane są napięciem trójfazowym 400 V, czas ładowania baterii wynosi 2–3 godziny;
- o mocy do 50 kW są zewnętrzne i zasilane są napięciem trójfazowym 400 V, gdzie ładowanie szybkie do 80% pojemności baterii może się odbyć w czasie do 30 minut, a pełne naładowanie w czasie ok. 1 godziny.

Rysunek 1 przedstawia zdjęcie oferowanej w internecie ładowarki na dwa samochody [4]. Ładowarka jest dedykowana do instalacji w miejscach, gdzie każdy użytkownik pojazdu elektrycznego może naładować baterie w samochodzie lub motocyklu. Firma oferuje stacje ładowania o mocach: 11 kW, 22 kW, 43 kW i 100 kW. Moc stacji ładowania

jest determinowana mocą znamionową transformatora zasilającego daną sieć energetyczną. Na przykład w warunkach wiejskich transformatory zasilające sieć 400 V mają moc znamionową 100–200 kVA.

Moc poboru energii z jednego punktu nie powinna przekraczać 10% mocy transformatora, aby skokowe załączenie poboru mocy nie było odczuwalne przez innych odbiorców energii przyłączonych do tej samej sieci. Do takiej sieci można przyłączyć stację ładowania o mocy 11–22 kW (rys. 1).

Stacje te są przeznaczone do ładowania baterii jednego bądź dwóch samochodów, lecz nie jest to ładowanie szybkie. Stacje te można dodatkowo wyposażać w magazyn energii, który umożliwi szybkie ładowanie baterii pojazdu elektrycznego, nie obciążając sieci elektroenergetycznej dużą mocą.

2. Stacja szybkiego ładowania pojazdu

Stacja szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych składa się z: magazynu energii, układu zasilającego AC/DC, baterii fotowoltaicznej z chopperem DC/DC, elektrowni wiatrowej z prostownikiem AC/DC i układu mikroprocesorowego μ P. Magazyn energii, układ zasilający AC/DC, bateria fotowoltaiczna z chopperem DC/DC i elektrownia wiatrowa z prostownikiem AC/DC są połączone równolegle. Wyjścia z magazynu energii są dwa: jedno bezpośrednie prądu stałego i drugie poprzez falownik DC/AC prądu przemiennego trójfazowe. Układ zasilający AC/DC, chopper DC/DC i prostownik AC/DC są sterowane z układu mikroprocesorowego μ P. Magazyn energii składa się z baterii akumulatorów, przy czym korzystnie jest dołączyć równolegle baterię superkondensatorów. Magazyn energii, układ

Streszczenie: Stacje ładowania akumulatorów w pojazdach elektrycznych można dodatkowo wyposażać w magazyn energii i ekologiczne źródła energii, to jest w baterie fotowoltaiczne i małe elektrownie wiatrowe. Energia słoneczna i energia wiatru są gromadzone w magazynie energii i wykorzystywane do szybkiego ładowania baterii w pojeździe. Zasilanie stacji z sieci elektroenergetycznej jest zasilaniem dodatkowym. Ładowanie akumulatorów w pojeździe elektrycznym może odbywać się dużą mocą, nie obciążając tą mocą sieci elektroenergetycznej. Ewentualny nadmiar mocy generowanej przez źródła odnawialne, gdy akumulatory w magazynie energii są w pełni naładowane, jest odprowadzany do sieci elektroenergetycznej.

Słowa kluczowe: pojazdy elektryczne, stacja ładowania, magazyn energii, bateria fotowoltaiczna

ELECTRIC VEHICLE QUICK CHARGING STATION

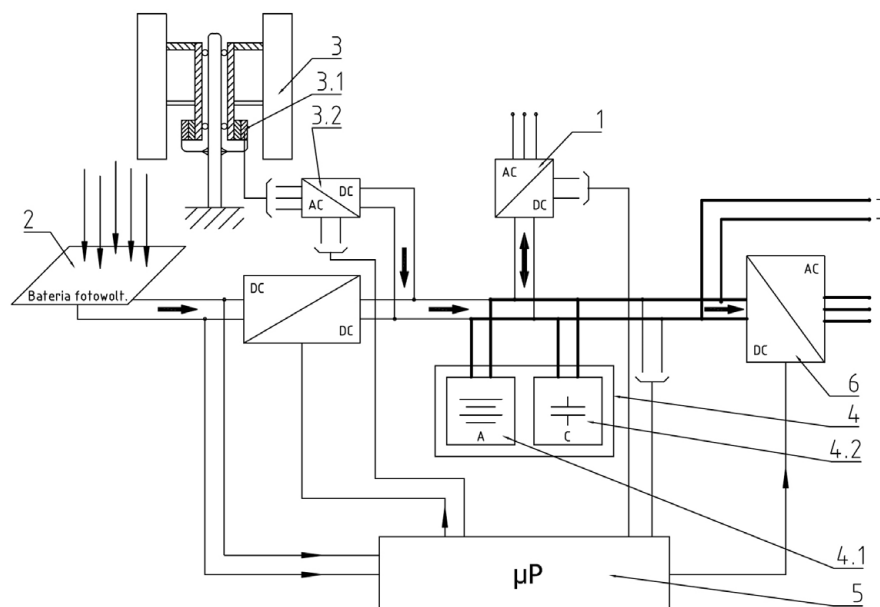
Abstract: Battery charging stations in small electric vehicles can be additionally equipped with energy storage and ecological energy sources, i.e. photovoltaic batteries and small wind farms. Solar energy and wind energy are stored in the energy store and used to quickly charge the battery in the vehicle. Powering the station from the power grid is an additional power supply. An electric vehicle can charge its batteries with high power without overloading the power grid. Any excess power generated by renewable sources, when the batteries in the energy storage are fully charged, is discharged into the power grid.

Keywords: electric vehicles, charging station, energy storage, photovoltaic battery



Rys. 1. Stacja ładowania z dwoma gniazdami przyłączeniowymi [4]

zasilający AC/DC, chopper DC/DC, prostownik AC/DC, falownik DC/AC i układ mikroprocesorowy są zabudowane w szafce umieszczonej wewnątrz wiaty. Głowice napięcia wyjściowego z falownika DC/AC oraz napięcia stałego są umieszczone na jednym z boków szafki od strony zewnętrznej.



Rys. 2. Schemat elektryczny stacji szybkiego ładowania pojazdu elektrycznego [1]

Przykład stacji szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych przedstawiono na rysunkach 2 i 3 [1]. Stacja składa się z: magazynu energii (4), układu zasilającego AC/DC (1), baterii fotowoltaicznej (2) z chopperem DC/DC (2.1), elektrowni wiatrowej (3) z generatorem (3.1) i prostownikiem AC/DC (3.2) oraz z układu mikroprocesorowego μP (5). Magazyn energii (4), układ zasilający AC/DC (1), bateria fotowoltaiczna (2) z chopperem DC/DC (2.1) oraz elektrownia wiatrowa (3) z generatorem prądu zmiennego (3.1) i prostownikiem AC/DC (3.2) są połączone równolegle. Wyjścia z magazynu energii (4) są dwa: jedno bezpośrednie prądu stałego i drugie poprzez falownik DC/AC (6) prądu przemiennego trójfazowe 400/230 V. Układ zasilający AC/DC (1), chopper DC/DC (2.1) i prostownik AC/DC (3.2) są sterowane z układu mikroprocesorowego μP (5). Magazyn energii (4) składa się z baterii akumulatorów (4.1), przy czym korzystnie jest dołączyć równolegle baterię superkondensatorów (4.2), gdyż bateria superkondensatorów (4.2) może być ładowana i rozładowywana dużym prądem. Bateria fotowoltaiczna (2) jest zamontowana na dachu wiaty postojowej pojazdów ładujących swoje akumulatory, jak to pokazano na rysunku 3. Wyjście z baterii (2) jest dołączone na wejście choppera DC/DC



Oto STAUFF Polska

Działając pod marką STAUFF zdobyliśmy pozycję międzynarodowego lidera w pracach rozwojowych, produkcji i dostawach części od 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

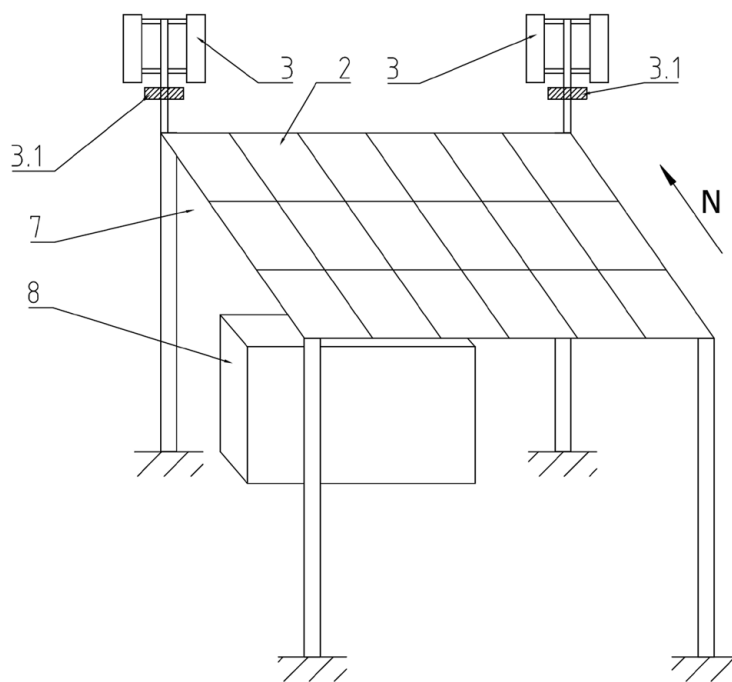


STAUFF Polska Sp. z o.o.
Miszewko 43 A • 80-297 Banino
Tel.: 058 660 11 60 • Fax: 058 629 79 52
sales@stauff.pl

www.stauff.pl

(2.1). Na dachu wiaty (7) od strony północnej jest umieszczona jedna bądź więcej elektrowni wiatrowych (3) korzystnie ze względów widokowych o pionowej osi obrotu [5]. Elektrownie wiatrowe małej mocy o pionowej osi obrotu mają kształt wieżyczek i są dekoracyjną ozdobą wiaty (7). Korzystnie jest umieścić elektrownie wiatrowe (3) od strony północnej, aby nie zacięniały baterii fotowoltaicznej (2). Na rysunku 3 pokazano dwie elektrownie wiatrowe (3) zabudowane na dachu wiaty (7). Korzystnie jest, gdy generatorami (3.1) w elektrowniach (3) są prądnice synchroniczne wzbudzone magnesami trwałymi, gdyż mają wysoką sprawność i nie wymagają dodatkowego wzbudzenia. Wyjścia z generatorów (3.1) są połączone na wejście prostownika AC/DC (3.1). Magazyn energii (4), układ zasilający AC/DC (1), chopper DC/DC (2.1), prostownik AC/DC (3.2), falownik DC/AC (6) i układ mikroprocesorowy μP (5) są zabudowane w szafce (8) umieszczonej wewnątrz wiaty (7). Główce napięcia wyjściowego z falownika DC/AC: trójfazowe 400 V i jednofazowe 230 V (6) oraz napięcia stałego są umieszczone na jednym z boków szafki (8) od strony zewnętrznej. Główce dla każdego z tych napięć wyjściowych może być więcej do równoczesnego ładowania baterii w kilku samochodach. Chopper DC/DC (2.1), prostownik AC/DC i falownik DC/AC (6) są jednokierunkowe, kierunek przepływu energii zaznaczono na rysunku (2) strzałkami. Układ zasilający AC/DC (1) jest dwukierunkowy. Gdy bateria akumulatorów (4.1) i bateria superkondensatorów (4.2) są w pełni naładowane, to energia z baterii fotowoltaicznej (2) i elektrowni wiatrowej (3) jest przekazywana do sieci elektroenergetycznej, co umożliwia dwukierunkowy układ zasilający AC/DC (1).

Stacja szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych posiada magazyn energii (4) złożony z akumulatorów (4.1) i superkondensatorów (4.2) [2, 3]. Do ładowania magazynu energii (4) wykorzystuje się energię słoneczną i energię



Rys. 3. Wiaty z panelami fotowoltaicznymi i dwiema elektrowniami wiatrowymi [1]

wiatru. Zasilanie stacji z sieci elektroenergetycznej, poprzez układ zasilający AC/DC (1), jest zasilaniem dodatkowym. Pojazd ładuje swoje akumulatory dużą mocą, którą pobiera z magazynu energii (4), nie obciążając tą mocą sieci elektroenergetycznej. Stacja ma dwa wyjścia: prądu stałego i prądu zmiennego, jest zatem przystosowana do pojazdów, które mają końcówkę wejściową prądu stałego i do pojazdów z końcówką prądu zmiennego. Stacja jest stacją ekologiczną, gdyż znaczna część energii jest pozyskiwana ze źródeł odnawialnych. Akumulatory w pojazdach mogą być ładowane dużą mocą, co skraca czas ich ładowania, nie obciążając dużą mocą sieci elektroenergetycznej. Przyłącze stacji do sieci elektroenergetycznej może mieć moc ograniczoną np. do 11 kW, jak podano we wstępie.

Podsumowanie

Stacje ładowania akumulatorów w pojazdach elektrycznych można podzielić na małej i dużej mocy. Stacje

małej mocy nie spełniają wymagań szybkiego ładowania baterii akumulatorów w pojazdach elektrycznych. Stacje te można dodatkowo wyposażać w magazyn energii i ekologiczne źródła energii, to jest w baterie fotowoltaiczne i małe elektrownie wiatrowe. Energia słoneczna i energia wiatru jest gromadzona w magazynie energii i jest wykorzystywana do szybkiego ładowania baterii w pojeździe. Zasilanie stacji z sieci elektroenergetycznej jest zasilaniem dodatkowym. Pojazd elektryczny może ładować swoje akumulatory dużą mocą, nie obciążając tą mocą sieci elektroenergetycznej. Ewentualny nadmiar mocy generowanej przez źródła odnawialne, gdy akumulatory w magazynie energii są w pełni naładowane, jest odprowadzany do sieci elektroenergetycznej.

Równocześnie taka stacja, ze względu na wbudowane wyjście napięcia przemiennego (3×400 V), może służyć jako dodatkowe awaryjne źródło zasilania. Usytuowanie takich stacji blisko obiektów użyteczności publicznej, np. szpitala,

reklama



ROBOTYKA.PL

centrum polskiej robotyki

żłobki, przedszkola, szkoły, straż pożarna i inne zdecydowanie zwiększy bezpieczeństwo energetyczne tychże obiektów. Warto również zaznaczyć, że dobrze zaprojektowana i zarządzana stacja ładowania może być nie tylko punktem ładowania samochodów elektrycznych i awaryjnym źródłem zasilania, ale również magazynem energii i dodatkowym ekologicznym źródłem energii elektrycznej dla wspomnianych obiektów użyteczności publicznej.

Literatura

- [1] BERNATT J., GAWRON S., GLINKA T.: *Stacja szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych*. Patent PL 232259 z dnia 17.01.2019 r.
- [2] BERNATT E., BERNATT J., TOMASZKIEWICZ W.: *Kaseta baterii elektrycznych z wymiennikiem ciepła*. Patent PL 222947 z dnia 12.11. 2015 r.
- [3] KRÓL E., MACIĄŻEK M., GLINKA T.: *Modułowa bateria akumulatorów*. Patent PL 229845 z dnia 17.12.2017 r.
- [4] https://stacjeladowania.com/?gclid=EAIaIQob-ChMIvaWjy6H75wIVDLTtCh1fyg4fEAAY-ASA-AEgLXXvD_BwE.
- [5] POLAK A.: *Elektrownia wiatrowa o pionowej osi obrotu*. Patent PL 226849 z dnia 06.04.2017 r.
- [6] GAWRON S., BERNATT J.: *Doświadczenia z eksploatacji samochodów elektrycznych w działalności gospodarczej*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2(114)/2017.
- [7] ROSSA R., KRÓL E.: *Regulacja prędkości obrotowej w napędzie elektrycznym „E-Kit” dedykowanym do elektryfikacji małych samochodów osobowych i dostawczych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 4(97)/2012.
- [8] ROSSA R.: *Zaawansowane rozwiązania techniczne w napędzie elektrycznym „E-kit” dla miejskiego samochodu osobowego*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2(102)/2014.
- [9] ROSSA R.: *Badania eksploatacyjne samochodu osobowego zelektryfikowanego zestawem „E-kit”*. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” 2(102)/2014.
- [10] BRAMSON E., STAROŃSKI K., WESOŁEK S.: *Autobusy elektryczne – kompendium informacji dla operatorów i użytkowników stojących przed wyzwaniem stworzenia systemu komunikacji aglomeracyjnej opartej o autobusy elektryczne*. Warszawa, maj 2017.

✉ Jakub Bernatt, Stanisław Gawron,
Tadeusz Glinka, Artur Polak
Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut
Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL

reklama

Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów BEFARED S.A.

ul. Grażyńskiego 71; 43-300 Bielsko-Biała

tel.: +48 33 812 60 31 - 35; fax: +48 33 815 93 63

<http://www.befared.pl>; email: befared@befared.pl



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



BEFARED
Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów

Przepływowa mikroelektrownia wodna

Zbigniew Goryca, Grzegorz Peczkis

1. Wstęp

Budowa elektrowni wodnej wymaga wysokich nakładów inwestycyjnych związanych głównie z budową zapory i towarzyszącej jej infrastruktury. Wysokie spiętrzanie wody powoduje zawsze ingerencję w środowisko naturalne rzeki i otaczający ekosystem. Istnieją rozwiązania mikroelektrowni wodnych umieszczanych w nurcie rzeki, minimalnie ingerujących w środowisko i produkujących niewielkie ilości energii elektrycznej. Przedstawiana przepływowa mikroelektrownia wodna należy do grupy takich mikroelektrowni, lecz różni się od nich w znaczący sposób. Wprowadzone unikalne rozwiązania konstrukcyjne zwiększają jej sprawność, upraszczają budowę i powodują zwiększenie ilości produkowanej energii elektrycznej. Przepływowa mikroelektrownia wodna może być stosowana we wszystkich rzekach o głębokości powyżej 0,4 m. Ilość uzyskiwanej energii elektrycznej jest silnie zależna od prędkości przepływającej wody. W celu uzyskania większych mocy należy umieszczać kilka mikroelektrowni równolegle. Gdy rzeka ma małą szerokość, zaleca się szeregowe umieszczanie mikroelektrowni w odległości minimum dziesięciu średnic, czyli co 3,2 m. Możliwe jest proste zwiększenie skali konstrukcji zwiększające moc mikroelektrowni.

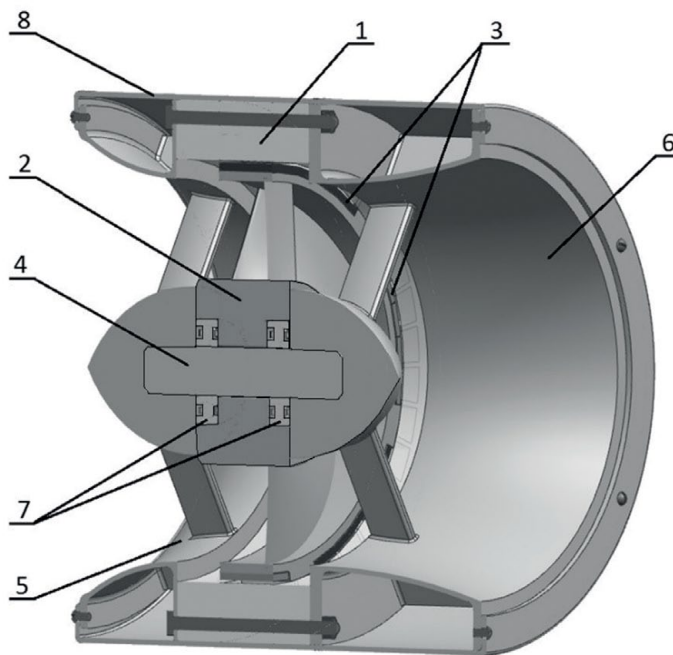
2. Konstrukcja mikroelektrowni

Celem projektu było opracowanie mikroelektrowni wodnej przeznaczonej do stosowania w niewielkich rzekach, którymi nie jest zainteresowana energetyka zawodowa. Podstawowym założeniem było wykorzystanie energii rzek i strumieni dotychczas niewykorzystywanych do generacji energii elektrycznej. Powstała konstrukcja, która może być umieszczana bezpośrednio w nurcie rzeki lub w budowlach piętrzących

wodę na małe wysokości (np. w progach wodnych piętrzących wodę do wysokości 0,5 m). Mikroelektrownia zbudowana jest z czterech głównych elementów: turbiny wodnej, generatora oraz z konfuzora i dyfuzora – te dwa ostatnie elementy przyspieszają przepływ wody przez turbinę wodną, powodując wzrost mocy, co skutkuje wzrostem ilości produkowanej energii. Istotnymi nowościami przedstawianego rozwiązania są: połączenie w jeden element wirnika turbiny wodnej z wirnikiem generatora (co znacząco upraszcza dotychczasowe konstrukcje), rezygnacja ze stosowania uszczelnień łożysk i generatora (uszczelnienia takie powodują wzrost tarcia i spadek mocy, co jest ważne zwłaszcza w przypadku tak małych konstrukcji) oraz zastosowanie nowego sposobu uzwojenia generatora (co eliminuje praktycznie połączenia czołowe i powoduje zmniejszenie masy miedzi w uzwojeniu). Mikroelektrownię

można umieszczać w rzece przy pomocy betonowej podstawy lub przy pomocy lin zamocowanych na brzegu. W przypadku głębokich rzek mikroelektrownia może być podwieszona do pływaka unoszącego się na powierzchni wody. Innym sposobem posadowienia mikroelektrowni jest umieszczenie jej w zaporze piętrzącej wodę na niewielkie wysokości. W takim przypadku wzrasta ilość produkowanej energii elektrycznej, gdyż oprócz energii kinetycznej płynącej wody wykorzystujemy energię potencjalną wynikającą z różnicy poziomów wody przed i za zaporą. Konstrukcja mikroelektrowni pokazana jest na poniższym rysunku.

Opracowana mikroelektrownia wodna wyróżnia się wśród podobnych rozwiązań prostą i zwartą konstrukcją uzyskaną dzięki połączeniu w jeden element wirnika turbiny i wirnika generatora, brakiem uszczelnień łożysk i generatora

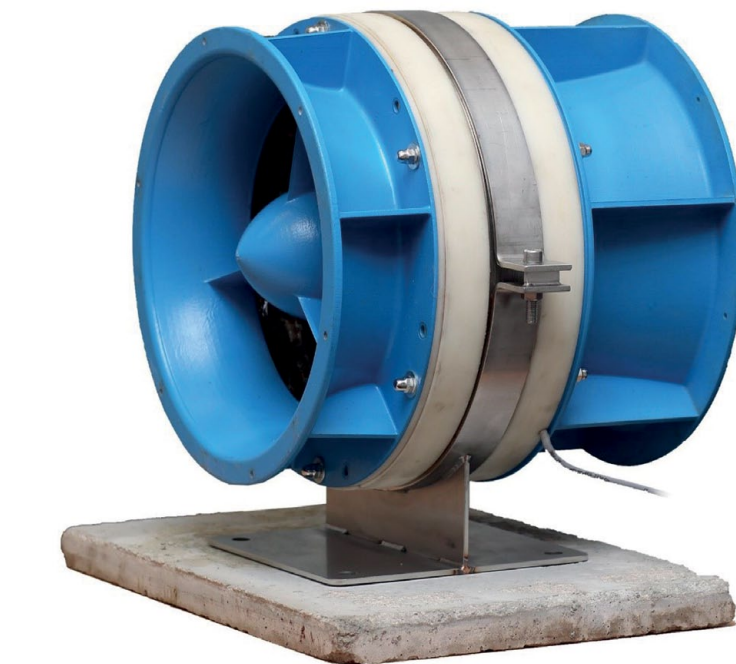


Rys. 1. Konstrukcja mikroelektrowni: 1 - stojan generatora; 2 - wirnik turbiny będący jednocześnie wirnikiem generatora; 3 - magnesy trwałe umieszczone na zewnętrznej części wirnika; 4 - wał mikroelektrowni; 5 - konfuzor; 6 - dyfuzor; 7 - łożyska; 8 - opcjonalna obudowa

znacznie zmniejszającym opory tarć i nowatorskim sposobem uzwojenia generatora, zmniejszającym masę miedzianego uzwojenia. Połączenie w jeden element wirników turbiny i generatora eliminuje jeden z wirników, a także eliminuje sprzęgło występujące w klasycznych konstrukcjach między turbiną a generatorem. Dodatkowym plusem jest występowanie jednego wału, co dodatkowo zmniejsza masę konstrukcji. Rezygnacja z uszczelnień łożysk i generatora powoduje wprawdzie konieczność stosowania łożysk przeznaczonych do pracy w wodzie i zwiększonej izolacji generatora, ale znacząco obniża opory tarć, które występują w uszczelnieniach – ma to szczególne znaczenie w konstrukcjach małej mocy, w których opory uszczelnień powodują nawet kilkudziesięcioprocentowe zmniejszenie mocy układu. Nowatorski sposób wykonania uzwojenia generatora zmniejsza masę uzwojenia i upraszcza jego wykonanie. Większość dużych elementów – konfuzor, dyfuzor i wirnik turbiny, będący jednocześnie wirnikiem generatora – wykonano metodą drukowania 3D z polipropylenu. Pakiet blach stojana wykonano metodą cięcia laserowego. Uzwojony stojan oraz zewnętrzna część wirnika zawierająca neodymowe magnesy zostały dokładnie zaizolowane przez zalanie elastyczną i dobrze przewodzącą ciepło żywicą. Wał turbiny wykonano z nierdzewnej stali. Wiele czasu poświęcono dobrowi łożysk pracujących w wodzie. Na rys. 2 pokazano wykonany prototyp mikroelektrowni.

3. Wstępne badania laboratoryjne

Z uwagi na ograniczoną wydajność pomp w dostępnym laboratorium przeprowadzono dotychczas jedynie wstępne badania laboratoryjne potwierdzające przydatność konstrukcji. Przy uzyskanej prędkości przepływu wody 1 m/s uzyskano moc mikroelektrowni na poziomie 20 W. Ponieważ moc w tego typu urządzeniach zależy od trzeciej potęgi prędkości przepływu, należy spodziewać się, że przy prędkości wody 2 m/s osiągniemy 160 W, zaś przy prędkości 3 m/s – 540 W. Ponieważ moc zależy także od powierzchni, przez którą przepływa woda, liniowemu wzrostowi średnicy mikroelektrowni powinien



Rys. 2. Widok wykonanego prototypu

towarzyszyć kwadratowy wzrost jej mocy. Jak wspomniano wcześniej, mikroelektrownię można umieszczać także w niewielkich zaporach i progach wodnych lub w zastawkach kanałów melioracyjnych. W takich przypadkach uzyskiwana moc powinna być znacząco większa, gdyż oprócz energii kinetycznej wody wykorzystywana będzie energia potencjalna wynikająca z różnicy poziomów wody przed i po spiętrzeniu. Z uwagi na obecnie niekorzystne warunki atmosferyczne badania terenowe mikroelektrowni planowane są w okresie wiosennym.

4. Wnioski

Opracowana konstrukcja może być stosowana na małych ciekach wodnych – tam, gdzie zawodowa energetyka nie jest zainteresowana budową elektrowni wodnych. Miejsc takich jest w kraju bardzo wiele. Moc mikroelektrowni i ilość uzyskiwanej z niej energii zależy w dużym stopniu od prędkości przepływu wody i dlatego mikroelektrownię należy umieszczać w tzw. bystrzach. W przypadku seryjnej produkcji można znacząco obniżyć koszt wytworzenia, gdyż konfuzor, dyfuzor i wirnik można wykonać na wtryskarce, a blachy stojana mogą być wykonane na prasie, jak ma to miejsce w przypadkach budowy seryjnych maszyn elektrycznych (silników

i generatorów). Dobrą zachętą do stosowania takich i podobnych rozwiązań byłyby także uregulowania prawne, które dopuszczałyby umieszczanie w ciekach wodnych mikroelektrowni o mocach np. poniżej 3 kW bez pozwoleń wodnoprawnych. Wykorzystanie istniejących jazów i progów wodnych do produkcji energii elektrycznej w takich i podobnych mikroelektrowniach jest możliwe bez żadnych zmian układu wodnego i bez żadnych zmian środowiskowych, a wymaga jedynie zmian prawnych. Inwestorzy prywatni już wykazują duże zainteresowanie produktem, który przy seryjnej produkcji może być konkurencyjny w stosunku do elektrowni fotowoltaicznych, nad którymi góruje ciągłością generowanej energii. ■

dr hab. inż. Zbigniew Goryca – prof. PŚk,
Politechnika Świętokrzyska, Wydział
Inżynierii Środowiska, Geomatyki
i Energetyki, Katedra Inżynierii Budowli
i Energii Odnawialnych,
e-mail: tgoryca@kki.net.pl,
zgoryca@tu.kielce.pl;

dr inż. Grzegorz Peczkis,
Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii
Środowiska i Energetyki, Katedra Maszyn
i Urządzeń Energetycznych,
e-mail: grzegorz.peczkis@polsl.pl

Rodzaje linii produkcyjnych

Aleksander Nicał, Elżbieta Szmigiera, Kostiantyn Protchenko, Krzysztof Kaczorek

1. Linie potokowe

1.1. Charakterystyka linii

Tego rodzaju linie do produkcji prefabrykatów znajdują zastosowanie przy procesach produkcyjnych zorganizowanych w wariantcie potokowym. Wariant ten zakłada zmienność położenia przedmiotu produkcji w czasie, zarówno w procesie roboczym, jak i w procesie obróbki termicznej. Do tego celu w procesie roboczym wykorzystywane są m.in. przenośniki rolkowe, taśmowe, wałkowe, natomiast w procesie obróbki termicznej zastosowanie znajdują tunele grzewcze.

Potokowe linie do produkcji prefabrykatów charakteryzują się m.in.:

- relatywnie małą liczbą działań i urządzeń transportowych;
- adaptowalnością do zastosowania wysokiego stopnia automatyzacji procesu produkcji;
- stosunkowo małym zaangażowaniem powierzchni i kubatury ze względu na ograniczenia dróg transportu wewnętrznego;
- niezłożoną strukturą organizacji procesu produkcyjnego [9].

Dodatkowo z uwagi na stałe miejsce dostawy materiałów i półfabrykatów do kolejnych stanowisk produkcyjnych oraz niezmiennie miejsce ekspedycji gotowych wyrobów występuje prosty transport wewnętrzny linii [5]. Wymagania stawiane potokowym liniom produkcyjnym prefabrykatów budowlanych obejmują:

- kolejność rozmieszczenia stanowisk produkcyjnych odpowiadającą kolejności technologicznej operacji produkcyjnych;
- zamknięty obieg form linii, ograniczenie działań transportowych, eliminację pustych przebiegów form oraz prosty układ stanowisk produkcyjnych [5].

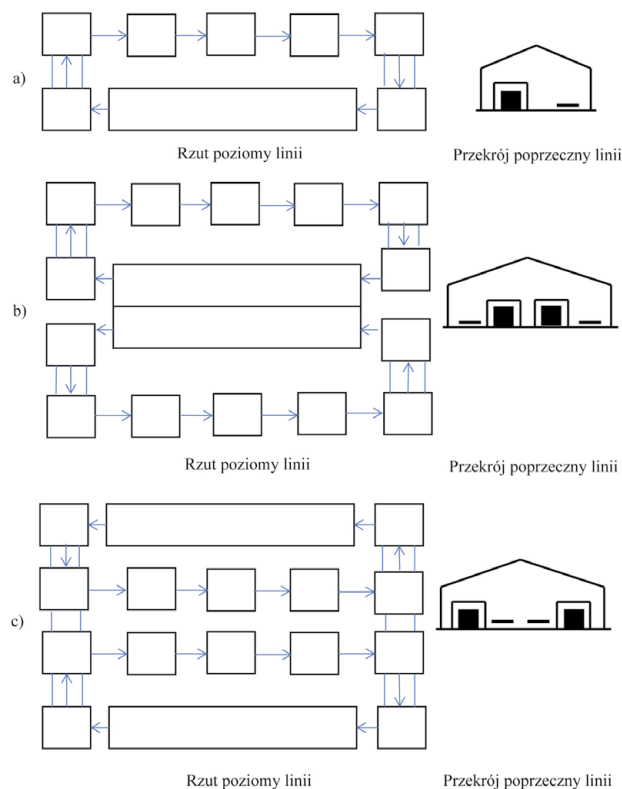
Podstawowe układy linii produkcyjnych do realizacji procesów częściowych formowania elementów w pozycji poziomej obejmują:

- linie o poziomym obiegu form;
- linie o pionowym obiegu form [9].

Linie o poziomym obiegu form mają równoległe usytuowanie, na jednym poziomie, stanowisk produkcyjnych i tunelu dojrzewania. W tego rodzaju liniach na ich końcach zastosowanie znajduje także przesuwница [5].

Do prawidłowego przebiegu procesu dojrzewania prefabrykatów konieczne jest zapewnienie odpowiednich warunków ciepłno-wilgotnościowych w tunelu grzewczym oraz odpowiednie dobranie czasu trwania samego procesu. Ze względu na dynamiczny przebieg procesów potokowych, polegających na przemieszczaniu się zaformowanych elementów prefabrykowanych na linii produkcyjnej, należy obliczyć wymaganą minimalną długość tunelu grzewczego według wzoru:

$$L = n \cdot l \quad (1)$$



Rys. 1. Zestawienie wybranych przykładów przestrzennych rozwiązań linii potokowych [2, 9]

gdzie:

- L – długość tunelu dojrzewania elementów prefabrykowanych;
- n – krotność rytmu w cyklu dojrzewania;
- l – długość formy.

W przypadku linii produkcyjnych charakteryzujących się relatywnie krótkimi rytmami i wysoką wydajnością tunele dojrzewania osiągają znaczne długości. Ograniczenie długości tuneli dojrzewania możliwe jest przez następujące rozwiązania:

- wielopoziomowe dojrzewanie;
- jednopoziomowe dojrzewanie, ale z wielopoziomowym spiętrzeniem elementów na wózkach transportowych;
- stopy o cyklicznym pionowym i poziomym ruchu form;
- ukośne położenie elementów w trakcie cyklicznego przesuwania w tunelu [9].

Przedstawione na rys. 1 wybrane rozwiązania przestrzennych linii potokowych dotyczą linii o poziomym obiegu form i zastosowaniu tuneli grzewczych [9]. Jednym z kryteriów przy

wyborze konkretnego rozwiązania przestrzennego, którym należy się kierować, jest możliwa niewielka kubatura. Na rys. 2 pokazano rozwiązanie przestrzenne linii potokowej z zastosowaniem stosów.

Linie potokowe charakteryzujące się pionowym obiegiem form mają na ogół tunel dojrzewania bezpośrednio pod ciągiem produkcyjnym (rys. 3). Na obu końcach tunelu stosuje się podnośniki lub windy. Wśród rozwiązań spotyka się także warianty z gorącymi basenami, w których prowadzony jest nagrzew izotermiczny. W rozwiązaniu tym elementy są spiętrzone. Zabieg ten umożliwia m.in. skrócenie długości tunelu dojrzewania. Oprócz powyższego rozwiązanie skrócenie tuneli dojrzewania można uzyskać, stosując rozwiązania wielopoziomowe [5].

Kompleksowe rozwiązanie organizacji linii potokowych uzyskuje się przez opracowanie [5]:

- przestrzennego rozwiązania linii, obrazującego związek między ilością, przestrzenią i kolejnością w procesie produkcji;
- cyklogramu (lub harmonogramu) przebiegu procesu, obrazującego związek między czasem, ilością i kolejnością w procesie produkcji.

1.2. Cyklogramy dla linii potokowych

Cyklogram jest dokumentem obrazującym dokładny przebieg procesu produkcji. Ponadto umożliwia odczytanie podstawowych parametrów organizacyjnych procesu, takich jak m.in. rytm produkcyjny, cykl roboczy, cykl dojrzewania i liczba stanowisk roboczych. Cyklogramy dla linii potokowych, obrazujące związek między czasem, ilością i kolejnością, przyjmują postać przedstawioną na rys. 4. Kolejne numery operacji roboczych odpowiadają kolejnym stanowiskom roboczym i przedstawiają: 1 – rozformowanie; 2 – czyszczenie formy; 3 – smarowanie formy; 4 – zbrojenie; 5 – betonowanie; 6 – zagęszczenie mieszanki betonowej; 7 – obróbkę termiczną.

Na przedstawionym przykładzie cyklogramu można odczytać następujące wartości podstawowych parametrów organizacyjnych procesu produkcyjnego:

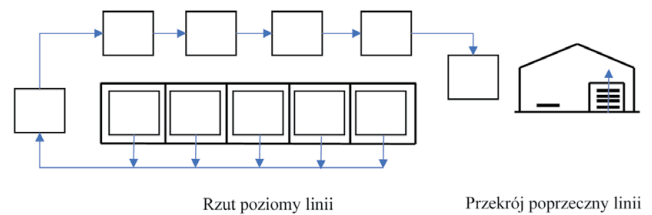
- rytm produkcyjny: 0,5 godziny;
- cykl roboczy: 3 godziny;
- cykl dojrzewania: 3 godziny.

1.3. Powiązania podsystemów produkcyjnych

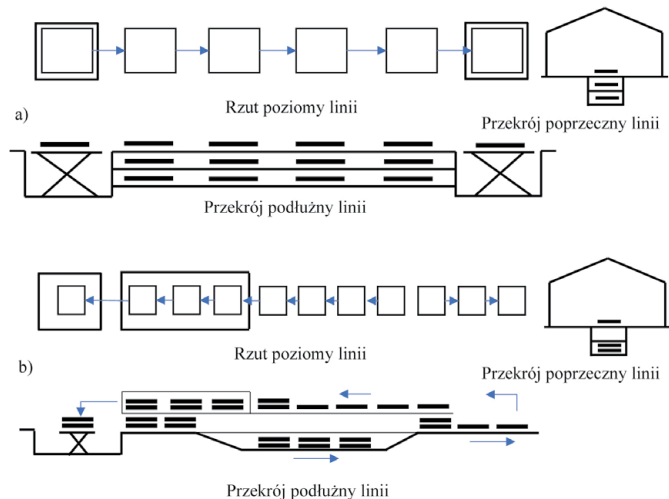
W liniach potokowych produkcji prefabrykatów betonowych spotyka się następujące warianty powiązań podsystemów produkcyjnych:

- sztywne;
- półsztywne.

Sztywne powiązania komórek produkcyjnych charakteryzują się ściśle określonym czasem trwania poszczególnych operacji roboczych, terminem ich rozpoczęcia i zakończenia oraz niezmienną kolejnością wykonywania. Tego rodzaju powiązanie podsystemów na liniach potokowych formowania elementów betonowych występuje, gdy przesuw form odbywa się za pośrednictwem napędu popychającego cały ich zestaw o jeden skok [5]. W celu kompensacji zakłóceń spowodowanych awariami stałych urządzeń stanowisk produkcyjnych stosuje się stanowiska rezerwowe (podwojenie stanowisk) [9]. Znajdują one zastosowanie w tych komórkach produkcyjnych, w których

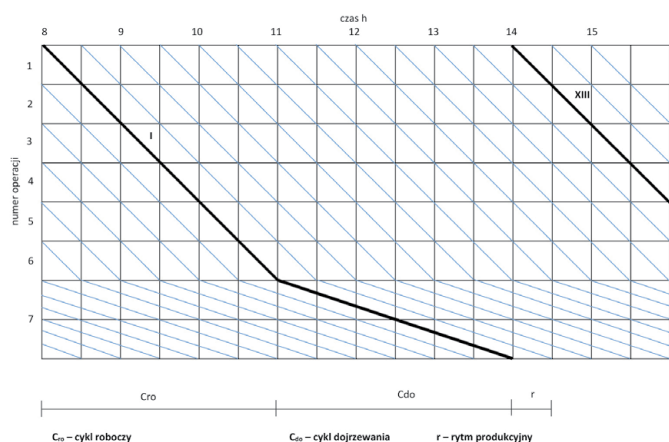


Rys. 2. Zestawienie wybranego przykładu przestrzennej linii potokowej przy zastosowaniu dojrzewania w stosach [9]



Rys. 3. Wybrane przykłady linii potokowych o pionowym obiegu:

a) z dojrzewaniem w tunelu; b) z gorącym basenem



Rys. 4. Cyklogram przebiegu form na potokowej linii produkcyjnej [9]

awaria urządzeń na stałe związanych ze stanowiskiem wymaga dłuższego czasu na ich remont lub wymianę, przy czym nie jest możliwe zastosowanie urządzeń zastępczych (np. urządzenia do zagęszczenia mieszanki betonowej) [9]. Kompensację zakłóceń spowodowanych awariami przedmiotów produkcji (np. pęknięciem splotu sprężającego w trakcie naciągu) i form (np. uszkodzeniem zamka w formie) przeprowadza się przez zastosowanie stanowisk magazynowania międzyoperacyjnego. Stanowiska

te wykorzystuje się także w celu kompensacji nierytmiczności pracy komórek produkcyjnych. Dodatkowo stanowiska są wyposażone w urządzenia transportowe, które umożliwiają wyprowadzenie uszkodzonego przedmiotu produkcji lub formy poza linię produkcyjną oraz wprowadzenie formy zastępczej. Stanowiska te znajdują zastosowanie w liniach, w których pracochłonność operacji na technologicznie podobnych przedmiotach produkcji jest zróżnicowana, co wpływa na wahania czasu ich trwania. Zaplanowanie w linii produkcyjnej stanowisk magazynowania międzyoperacyjnego pociąga za sobą konieczność zwiększenia liczby form w obiegu oraz przedłużenia cyklu produkcyjnego, a wszystkie te stanowiska łączy się ze sobą szeregowo. Stanowiska rezerwowe mogą jednocześnie pełnić funkcję stanowisk magazynowania międzyoperacyjnego [5].

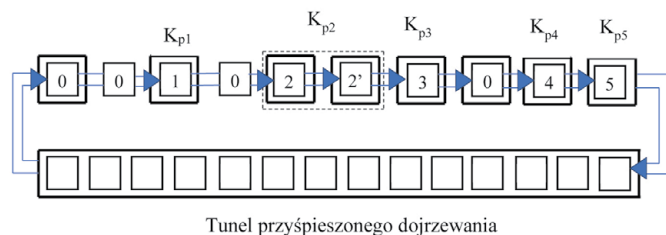
Półsztywne powiązanie komórek produkcyjnych na liniach potokowych formowania elementu zachodzi, gdy przesuw formy w ramach poszczególnych komórek odbywa się niezależnie, tj. bez czasowego związania ze sobą wszystkich operacji [9]. Zastosowanie międzyoperacyjnych stanowisk magazynowania powoduje kompensację awarii i wahań czasu w ramach poszczególnych form na technologicznie podobnych przedmiotach produkcji [5]. W układzie tym rezerwowe stanowiska kompensujące awarie stałych środków technicznych nie wpływają na zwiększenie liczby form w obiegu linii produkcyjnej i mogą być jednocześnie wykorzystywane jako stanowiska magazynowania międzyoperacyjnego. Zastosowanie ich tylko częściowo wymaga zwiększenia liczby form w obiegu, gdyż przedmioty produkcji nie muszą się znajdować na wszystkich stanowiskach [5]. Magazyn międzyoperacyjny jest w tym przypadku kompensatorem, który umożliwia wcześniejsze dostarczenie formy do następnej komórki produkcyjnej [9]. Możliwe jest także wcześniejsze przyjęcie formy z poprzedniej komórki. Dobór odpowiedniej liczby stanowisk magazynowania międzyoperacyjnego powinien być prowadzony na podstawie analiz niezawodności potokowej linii produkcyjnej oraz wahań czasów trwania prowadzonych na niej operacji. Schemat linii produkcyjnej o półsztywnym wariantcie powiązań podsystemów produkcyjnych pomiędzy komórkami produkcyjnymi przedstawiono na rys. 5.

1.4. Przykłady potokowych linii produkcyjnych

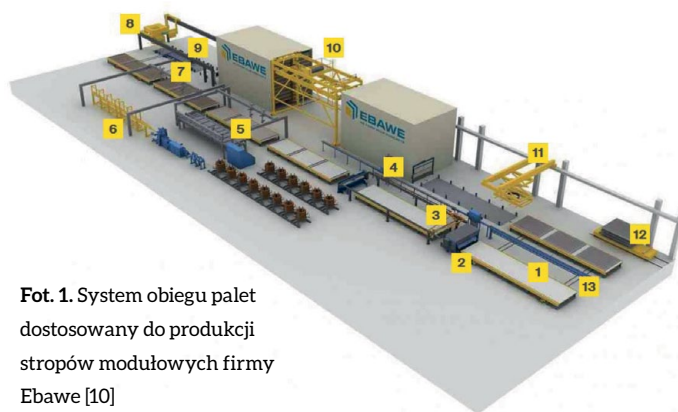
Na fot. 1 została pokazana linia produkcyjna firmy Ebawe z systemem obiegu palet, dostosowana do produkcji stropów modułowych.

Rozwiązanie to charakteryzuje się wysokim stopniem automatyzacji, krótkimi czasami cyklu i niską liczbą pracowników do obsługi linii. Kolejne numery oznaczają odpowiednio [10]: 1 – paleta produkcyjna; 2 – urządzenie do czyszczenia palet; 3 – ploter; 4 – urządzenie do rozpylania środka antyadhezyjnego; 5 – maszyny tnąco-prostujące; 6 – maszyny zgrzewające do dźwigarów kratownicowych; 7 – automatyzacja zbrojenia; 8 – dystrybutor betonu; 9 – zagęszczarka; 10 – urządzenie do obsługi systemu regałowego; 11 – trawers dźwigowy; 12 – wózek transportowy i system magazynowania.

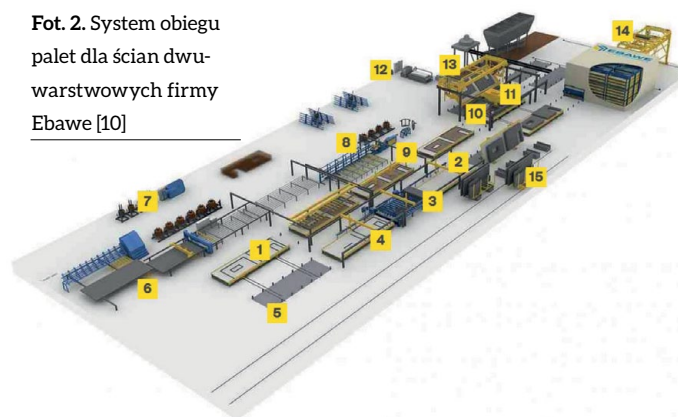
Na fot. 2 widać linię produkcyjną firmy Ebawe z systemem obiegu palet dla ścian dwuwarstwowych [10]. Kolejne numery przedstawione na fotografii oznaczają odpowiednio [10]: 1 – paleta produkcyjna; 2 – roboty do zakładania i zdejmowania



Rys. 5. Schemat linii produkcyjnej o półsztywnym wariantcie powiązań między komórkami produkcyjnymi [9]



Fot. 1. System obiegu palet dostosowany do produkcji stropów modułowych firmy Ebawe [10]



Fot. 2. System obiegu palet dla ścian dwuwarstwowych firmy Ebawe [10]

szalunków; 3 – urządzenie do czyszczenia palet; 4 – roboty do zakładania i zdejmowania szalunków; 5 – transport palet; 6 – zgrzewarki do mat zbrojeniowych; 7 – automaty do produkcji strzemion; 8 – maszyny zgrzewające do dźwigarów kratownicowych; 9 – automatyzacja zbrojenia; 10 – dystrybutor betonu; 11 – zagęszczarka; 12 – przecinarka do materiałów izolacyjnych; 13 – urządzenie do obracania; 14 – urządzenie do obsługi systemu regałowego; 15 – wózek transportowy i system magazynowania.

2. Linie stacjonarne

2.1. Charakterystyka linii

Stacjonarne linie do produkcji prefabrykatów znajdują zastosowanie przy procesach produkcyjnych zorganizowanych w wariacie stacjonarnym. Zakłada on niezmienność położenia przedmiotu produkcji w czasie, zarówno w procesie roboczym, jak i w procesie obróbki termicznej. Linie tego typu na ogół są wykorzystywane do produkcji elementów masywnych o znacznych gabarytach i ciężarze własnym. Podstawowa charakterystyka linii stacjonarnych obejmuje m.in. [5, 11]:

- możliwość swobodnej pracy na dowolnej liczbie zmian roboczych, znaczne zróżnicowanie produkowanego asortymentu wyrobów ze względu na luźne powiązania;
 - relatywnie mniejszą adaptowalność do automatyzacji niż w przypadku linii potokowych;
 - znaczną liczbę działań transportowych ze względu na konieczność dostawy na stanowiska produkcyjne urządzeń, surowców i półfabrykatów, jak również wywozu gotowych elementów na place składowe; okoliczność ta powoduje, że zachodzi konieczność wyposażenia zakładów w suwnice, wózki kołowe oraz wydzielienia korytarzy transportowych;
 - potrzebę zaangażowania dużych powierzchni i przestrzeni m.in. na korytarze transportowe i suwnice pomostowe;
 - konieczność dostosowania do produkcji elementów o dużych wymiarach i ciężarze, utrudniających transport na liniach potokowych (np. ciężkich dźwigarów, elementów blokowych itp.);
 - utrudnienia w zakresie wdrażania automatyzacji;
 - konieczność opracowania dokładnej organizacji produkcji i wdrażania systemu ciągłego sterowania nią.
- Dodatkowo linie stacjonarne stosuje się przy [5]:
- pracochłonnych operacjach roboczych – w takich przypadkach pracochłonność zostaje zredukowana na skutek zastosowania długich torów naciągowych (wykonywanie wielu

operacji odbywa się na jednym miejscu) lub form zespołowych (wykonywanych jest kilka elementów jednocześnie w zespołowych, pionowych formach kasetowych);

- konieczności formowania w pozycji pionowej, co dotyczy na ogół elementów o znacznych rozmiarach, np. kabin sanitarnych, szybów windowych, rur o dużych średnicach.

Dobór liczby stanowisk produkcyjnych w metodzie stacjonarnej przeprowadza się, obliczając ją z następującego wzoru [11]:

$$s = \frac{C_{po}}{r} = \frac{C_{ro} + C_{do}}{r} = \frac{m \cdot r + C_{do}}{r} = m + \frac{C_{do}}{r} \quad (2)$$

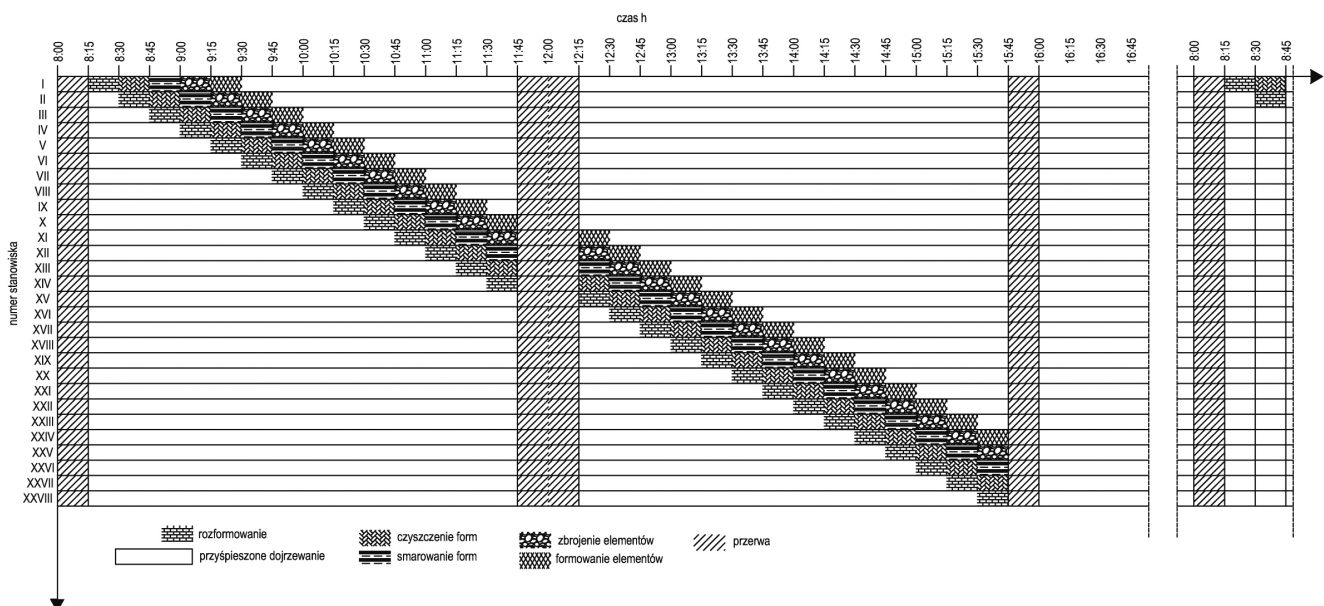
gdzie:

- s – liczba stanowisk produkcyjnych;
- m – liczba operacji roboczych;
- r – rytm produkcyjny;
- C_{po} – cykl produkcyjny;
- C_{ro} – cykl roboczy;
- C_{do} – cykl dojrzewania.

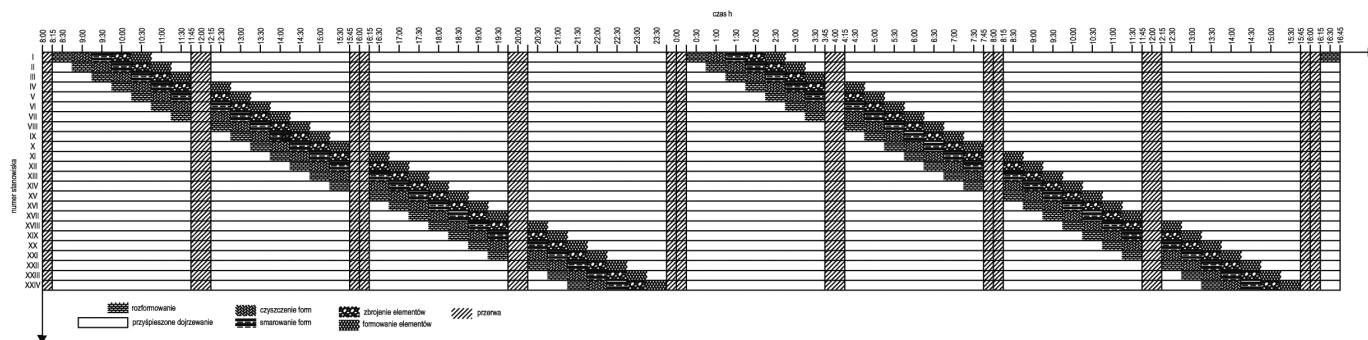
2.2. Harmonogramy dla linii stacjonarnych

Harmonogramy dla linii stacjonarnych, podobnie jak cyklogramy w przypadku linii potokowych, umożliwiają odczytanie podstawowych parametrów organizacyjnych procesu, takich jak rytm produkcyjny, cykl roboczy, cykl dojrzewania i liczba operacji roboczych. W literaturze spotyka się także pojęcie cyklogramów przebiegu operacji produkcyjnych. Cyklogramy powinny ponadto dokumentować m.in. ciągłość pracy brygad roboczych oraz ruchomych środków technicznych i stanowisk produkcyjnych.

Harmonogramy dla linii stacjonarnych, obrazujące związki między czasem, ilością i kolejnością, przyjmują postać przedstawioną na rys. 6. Operacje robocze prowadzone na tej linii obejmują kolejno: rozformowanie, czyszczenie form, smarowanie form, zbrojenie elementów, formowanie elementów. Każda



Rys. 6. Harmonogram stacjonarnej linii przystosowanej do pracy jednozmianowej, z pełnym wykorzystaniem stanowisk w ciągu doby [12]



Rys. 7. Harmonogram stacjonarnej linii produkcyjnej składającej się z 24 stanowisk, pracującej na 3 zmianach [11]

z tych operacji trwa 15 minut i odpowiada wartości rytmu produkcyjnego.

Informacje przedstawione na cyklogramie obejmują:

- liczbę stanowisk produkcyjnych: 28;
- liczbę operacji roboczych: 5;
- rytm produkcyjny: $r = 0,25$ godziny;
- cykl roboczy: 1,25 godziny;
- moc produkcyjną: 28 elementów;
- maksymalny cykl dojrzewania rzeczywistego: 22,75 godziny;
- minimalny cykl dojrzewania rzeczywistego: 22,25 godziny.

Różnica między minimalnym a maksymalnym czasem trwania cyklu dojrzewania rzeczywistego wynika z zaplanowanej przerwy regeneracyjnej trwającej 0,5 godziny. W przypadku stanowisk roboczych, w których przerwa występuje w trakcie trwania procesu roboczego, należy przyjąć minimalny czas trwania cyklu dojrzewania. Sytuacja taka występuje m.in. na stanowisku XI, XII, XIII i XIV. Wynika to z umownego założenia trwania procesu obróbki termicznej w trakcie występowania przerwy regeneracyjnej. Innym przykładem jest przedstawiony na rys. 7 cyklogram dla 24 stanowisk stacjonarnej linii produkcyjnej pracującej na trzech zmianach. Operacje robocze prowadzone na tej linii obejmują kolejno: rozformowanie, czyszczenie form, smarowanie form, zbrojenie elementów, formowanie elementów. Każda z tych operacji trwa 30 minut, co odpowiada wartości rytmu produkcyjnego.

Informacje przedstawione na powyższym cyklogramie obejmują:

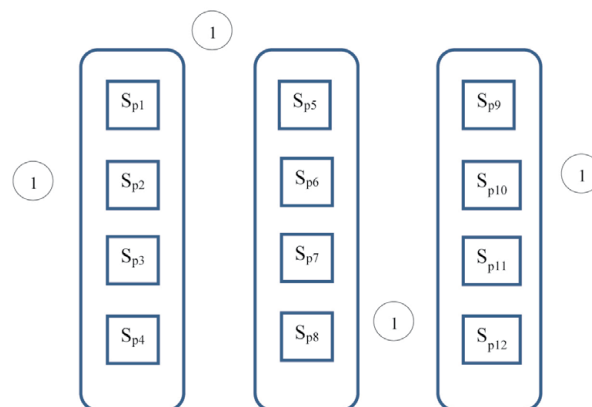
- liczbę stanowisk produkcyjnych: 24;
- liczbę operacji roboczych: 5;
- rytm produkcyjny: $r = 0,5$ godziny;
- cykl roboczy: 2,5 godziny;
- moc produkcyjną: 24 elementy;
- maksymalny cykl dojrzewania rzeczywistego: 21,5 godziny;
- minimalny cykl dojrzewania rzeczywistego: 21 godziny.

Analogicznie jak w przypadku cyklogramu z rys. 6, różnica między minimalnym a maksymalnym czasem trwania cyklu dojrzewania rzeczywistego wynika z zaplanowanej przerwy regeneracyjnej trwającej 0,5 godziny. W przypadku stanowisk roboczych, w których przerwa występuje w trakcie trwania procesu roboczego, należy przyjąć minimalny czas trwania cyklu dojrzewania. Sytuacja taka występuje m.in. na stanowisku IV, V, VI i VII.

2.3. Powiązania podsystemów produkcyjnych

Linie stacjonarne do produkcji prefabrykatów w dość znacznej liczbie przypadków mają luźne powiązania podsystemów produkcyjnych [11]. Oznacza to, że każda brygada robocza może wykonywać operacje na stanowiskach w dowolnej kolejności przy zachowaniu warunków technologicznych. Powiązania te zakładają także swobodę w zakresie czasów trwania operacji roboczych oraz ich terminów rozpoczęcia i zakończenia. Analogicznie do potokowych linii produkcyjnych kompleksowe rozwiązanie organizacji linii potokowych uzyskuje się przez opracowanie [5]:

- przestrzennego rozwiązania linii, obrazującego związku między ilością, przestrzenią i kolejnością w procesie produkcji;
 - cyklogramu (lub harmonogramu) przebiegu procesu, obrazującego związku między czasem, ilością i kolejnością w procesie produkcji.
- Przestrzenne rozwiązanie linii powinno zapewniać [11]:
- bezkolizyjne dostarczanie materiałów, półfabrykatów i surowców oraz urządzeń technicznych do poszczególnych stanowisk;
 - bezkolizyjne wywożenie gotowych wyrobów bez krzyżowania się dróg w obrębie korytarzy transportowych;
 - stałe wykorzystanie przykrywy do nagrzewania elementów bez konieczności ich transportowania i magazynowania;
 - bezkolizyjną pracę suwnic.



Rys. 8. Rozplanowanie przestrzenne stanowisk produkcyjnych stacjonarnej linii formowania (1 - korytarze (pasy) transportowe; $S_{p1}, S_{p2}, \dots, S_{p12}$ - stanowiska produkcyjne) [11]

Schemat rozplanowania przestrzennego stanowisk produkcyjnych w stacjonarnej linii formowania pokazano na rys. 8. Na rysunku przedstawiono przykładowe rozplanowanie 12 stanowisk produkcyjnych (1 rezerwowe) oraz korytarze (pasy) transportowe.

2.4. Przykład stacjonarnej linii produkcyjnej

Na fot 3. widać stacjonarną linię produkcyjną firmy Ebawe do produkcji m.in. strunobetonowych stropów kanałowych oraz prefabrykowanych pali wbijanych [9]. Kolejne numery przedstawione na fotografii oznaczają odpowiednio [10]: 1 – tory produkcyjne; 2 – system sprężania; 3 – wózek wielofunkcyjny; 4 – dystrybutor betonu; 5 – agregat przesuwany do formowania ślizgowego betonu S-Liner®; 6 – wytłaczarka ślimakowa; 7 – ploter SmartJet; 8 – urządzenie pomiarowe; 9, 10 – pilarka; 11 – maszyna do odsysania betonu; 12 – wózek wielofunkcyjny; 13 – osprzęt do podnoszenia; 14 – systemy logistyczne; 15 – urządzenie do płukania; 16 – system grzewczy; 17 – system czyszczący.

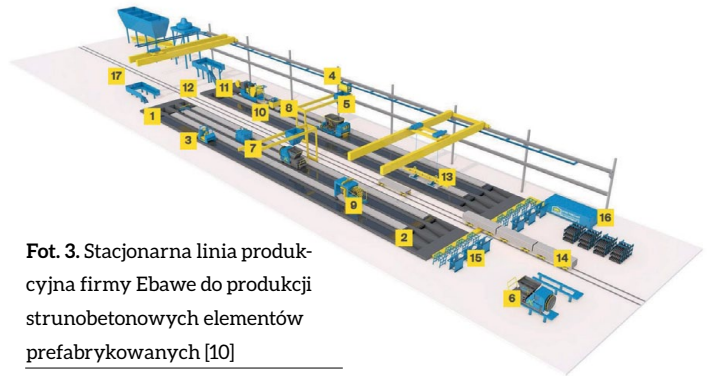
3. Linie mieszane

3.1. Charakterystyka linii

Mieszane linie produkcyjne znajdują zastosowanie przy procesach produkcyjnych zorganizowanych w wariacie potokowo-stacjonarnym. Wariant ten zakłada zmienność położenia przedmiotu produkcji w czasie procesu roboczego i jego niezmienną w trakcie trwania obróbki termicznej. Linie tego typu na ogół stwarzają dogodne warunki do produkcji seryjnej elementów technologicznie podobnych i technologicznie odmiennych. Ponadto charakteryzują się relatywnie dużą łatwością zmiany profilu produkcyjnego przy średniej wielkości i długotrwałości zapotrzebowania na elementy [12]. Cechy charakterystyczne linii mieszanych są następujące [12]:

- stanowią one bardzo liczną grupę rozwiązań w przemyśle produkcji prefabrykatów budowlanych;
- umożliwiają relatywnie prostą mechanizację procesu aparaturowego dojrzewania elementów w komorach lub stosach o dużej uniwersalności;
- umożliwiają uzyskanie półsztywnego i luźnego charakteru powiązań komórek produkcyjnych wskutek zastosowania uniwersalnego i elastycznego transportu suwnicowego, składającego się na uniwersalność produkcji;
- pozwalają na uprzemysłowienie i mechanizację fazy roboczej procesu przez wprowadzenie powtarzalnych operacji, podziału, specjalizacji i tym samym zmniejszenia pracochłonności;
- są podatne na łatwe przeobrażanie produkcji.

Mieszane linie produkcyjne prefabrykatów budowlanych są w znacznym stopniu podatne także na czynnościowe warianty organizacji produkcji, tzn. warianty, w których operacje robocze są wykonywane na odmiennych technologicznie przedmiotach produkcji. Ponadto tego rodzaju linie są bardziej dogodne do produkcji elementów prefabrykowanych w pozycji pionowej [2]. Zmienność położenia przedmiotu produkcji w czasie trwania procesu roboczego wyraża się np. przez przejazd form



Fot. 3. Stacjonarna linia produkcyjna firmy Ebawe do produkcji strunobetonowych elementów prefabrykowanych [10]

stalowych na przenośnikach rolkowych lub wałkowych między stanowiskami roboczymi. Stacjonarna obróbka termiczna polega na umieszczeniu zaformowanych elementów w komorach grzewczych, dołach lub stosach naparzalniczych. Przykładowe warianty rozwiązań przestrzennych linii mieszanych do prowadzenia produkcji elementów w pozycji poziomej przedstawiono na rys. 9.

Na rys. 9a przedstawiono rzuty i przekroje linii przy zastosowanym przyspieszonym dojrzewaniu w stosach, które są usytuowane równolegle do linii stanowisk roboczych. Formy zjeżdżające z linii są, przy użyciu transportu suwnicowego, układane w stos. Po skompletowaniu stosu rozpoczyna się właściwy proces przyspieszonego dojrzewania [12]. Odwrotnie do procesu kompletowania stosu przebiega proces rozpiętrzania stosu po zakończonym dojrzewaniu [2]. Na rys. 9b przedstawiona została linia produkcyjna z przyspieszonym dojrzewaniem w komorach grzewczych, umiejscowionych na przedłużeniu linii stanowisk roboczych i połączonych transportem suwnicowym. Rozwiązanie linii mieszanej, zobrazowanej na rys. 9c, charakteryzuje się dwukierunkowym, zamkniętym obiegiem form na linii stanowisk roboczych [2].

Cykl roboczy dla linii mieszanych oblicza się, korzystając z następującego wzoru:

$$C_{ro} = r(m + m' + m'') \quad (3)$$

gdzie:

m – liczba komórek produkcyjnych (stanowisk roboczych);

m' – liczba stanowisk rezerwowych;

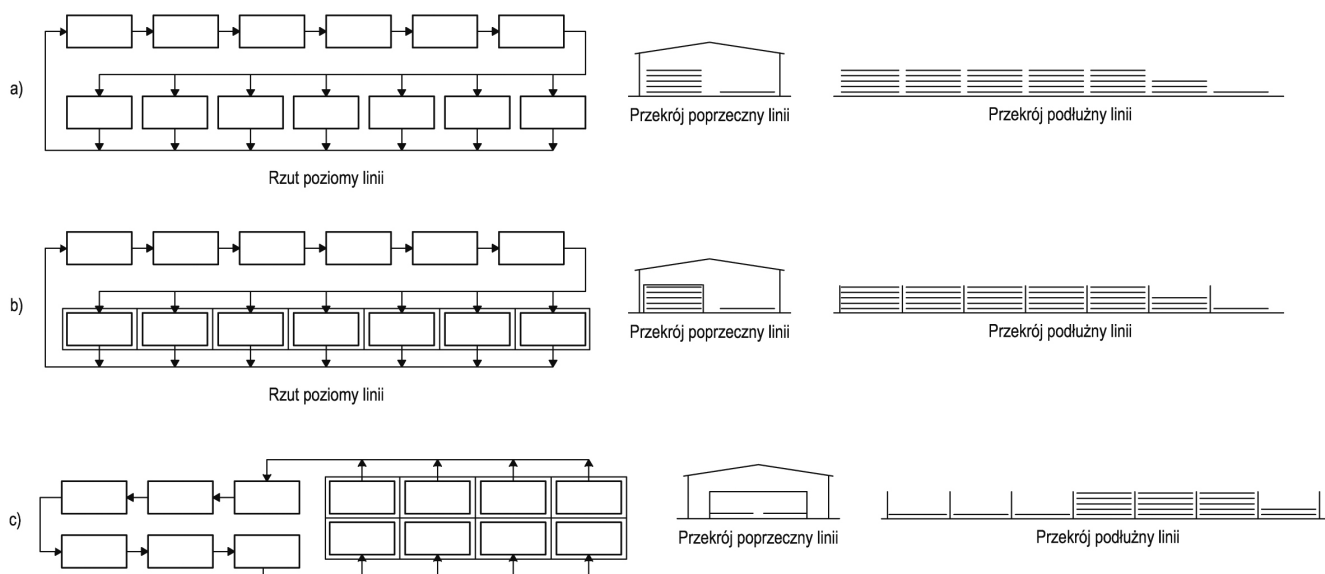
m'' – liczba stanowisk magazynowania międzyoperacyjnego;

r – rytm produkcyjny;

C_{ro} – cykl roboczy.

W związku z tym, że proces obróbki termicznej może się odbywać w zamykanych komorach grzewczych lub dołach naparzalniczych, konieczne jest uwzględnienie czasu potrzebnego na załadunek i rozładunek, obliczanego według następującego wzoru:

$$C_{zał.kom.} = C_{wyl.kom.} = r \cdot k \quad (4)$$



Rys. 9. Zestawienie wariantów rozwiązań przestrzennych linii mieszanych do prowadzenia produkcji elementów w pozycji poziomej [2, 12]

gdzie:

- $C_{zał.kom.}$ – czas załadunku komory grzewczej (stosu);
- $C_{wył.kom.}$ – czas wyładunku komory grzewczej (stosu);
- r – rytm produkcyjny;
- k – pojemność komory grzewczej (stosu).

3.2. Cyklogramy dla linii mieszanych

Cyklogramy dla linii mieszanych, analogicznie jak w przypadku linii potokowych i stacjonarnych, umożliwiają odczytanie podstawowych parametrów organizacyjnych procesu, takich jak rytm produkcyjny, cykl roboczy, cykl dojrzewania i liczba operacji roboczych.

Cyklogramy dla linii mieszanych obrazujące związki między czasem, ilością i kolejnością przyjmują postać przedstawioną na rys. 10. Operacje robocze prowadzone są na tej linii w rytmie produkcyjnym wynoszącym 15 minut na sześciu stanowiskach roboczych. Pozostałe parametry linii obejmują:

- czas przygotowawczy dla jednej zmiany: $t_p = 0,25$ godziny;
- czas zakończeniowy dla jednej zmiany: $t_z = 0,25$ godziny;
- czas przerwy regulaminowej: $t_{pr} = 0,5$ godziny;
- pojemność komory grzewczej: $k = 16$ sztuk;
- liczba komór: $K = 5$ sztuk.

Analogicznie do linii zorganizowanych w sposób stacjonarny różnica między minimalnym a maksymalnym czasem trwania cyklu dojrzewania rzeczywistego wynika z zaplanowanej przerwy regeneracyjnej trwającej 0,5 godziny. Element prefabrykowany oznaczony numerem XV, dla którego proces roboczy trwa od godziny 8.30 do godziny 10.00, wprowadzany jest do komory grzewczej o numerze I. Cykl roboczy dla tego elementu wynosi zatem 90 minut. Odmienna wartość cyklu roboczego jest przewidziana dla elementu oznaczonego numerem XVII. W tym przypadku cykl roboczy wydłużony został o czas trwania przerwy regeneracyjnej i wynosi 120 minut. Proces roboczy dla tego elementu rozpoczyna się o godzinie 9.15 i kończy o godzinie 11.15 wprowadzeniem do komory grzewczej o numerze II.

Istotną informacją w zakresie programowania procesów produkcyjnych w wariantach mieszanych jest łączna liczba form potrzebnych do zachowania ciągłości produkcji, co oblicza się według następującego wzoru [12]:

$$s = m + m' + m'' + \frac{t_{rd}}{r} \quad (5)$$

gdzie:

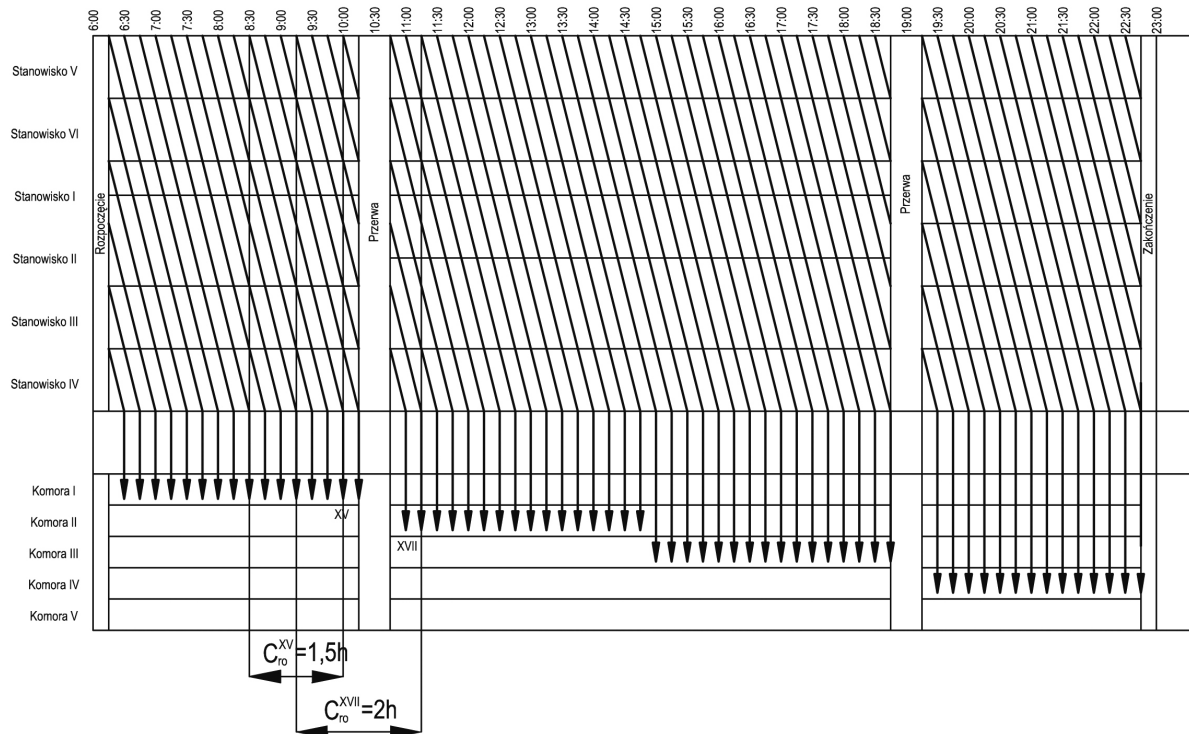
- s – konieczna liczba form do zachowania ciągłości produkcji;
- m – liczba komórek produkcyjnych (stanowisk roboczych);
- m' – liczba stanowisk rezerwowych;
- m'' – liczba stanowisk magazynowania międzyoperacyjnego;
- t_{rd} – czas roboczy w ciągu doby, z potrąceniem przerw regulaminowych i czasu przygotowawczo-zakończeniowego;
- r – rytm produkcyjny;
- t_{rd}' – krotność rytmu w efektywnym czasie pracy, jednocześnie określająca wymaganą pojemność urządzenia do przeprowadzenia procesu dojrzewania.

Dodatkowo zaplanowanie przebiegu procesu obróbki termicznej wymaga doboru odpowiedniej liczby komór (stosów) grzewczych, obliczanej na podstawie następującego wzoru [12]:

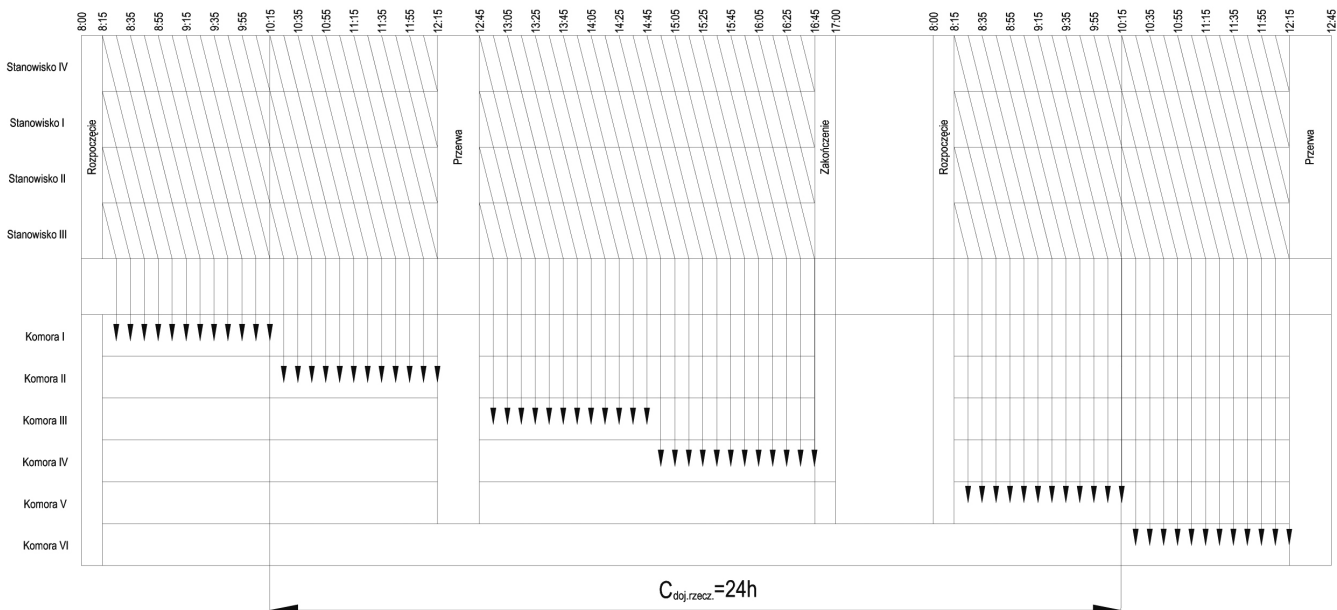
$$K = \frac{t_{rd}}{r \cdot k} + n \quad (6)$$

gdzie:

- $n = 0, 1$ lub 2 w zależności od czasu trwania cyklu produkcyjnego i cyklu roboczego w czasie doby oraz w zależności od sposobu załadunku i pozycji przetrzymywania form w komorach dojrzewania;
- t_{rd} – czas roboczy w ciągu doby, z potrąceniem przerw regulaminowych i czasu przygotowawczo-zakończeniowego (czas pracy efektywnej);
- r – rytm produkcyjny;
- k – pojemność komory grzewczej (stosu).



Rys. 10. Przykład cyklogramu dla linii produkcyjnej o charakterze mieszanym [12]

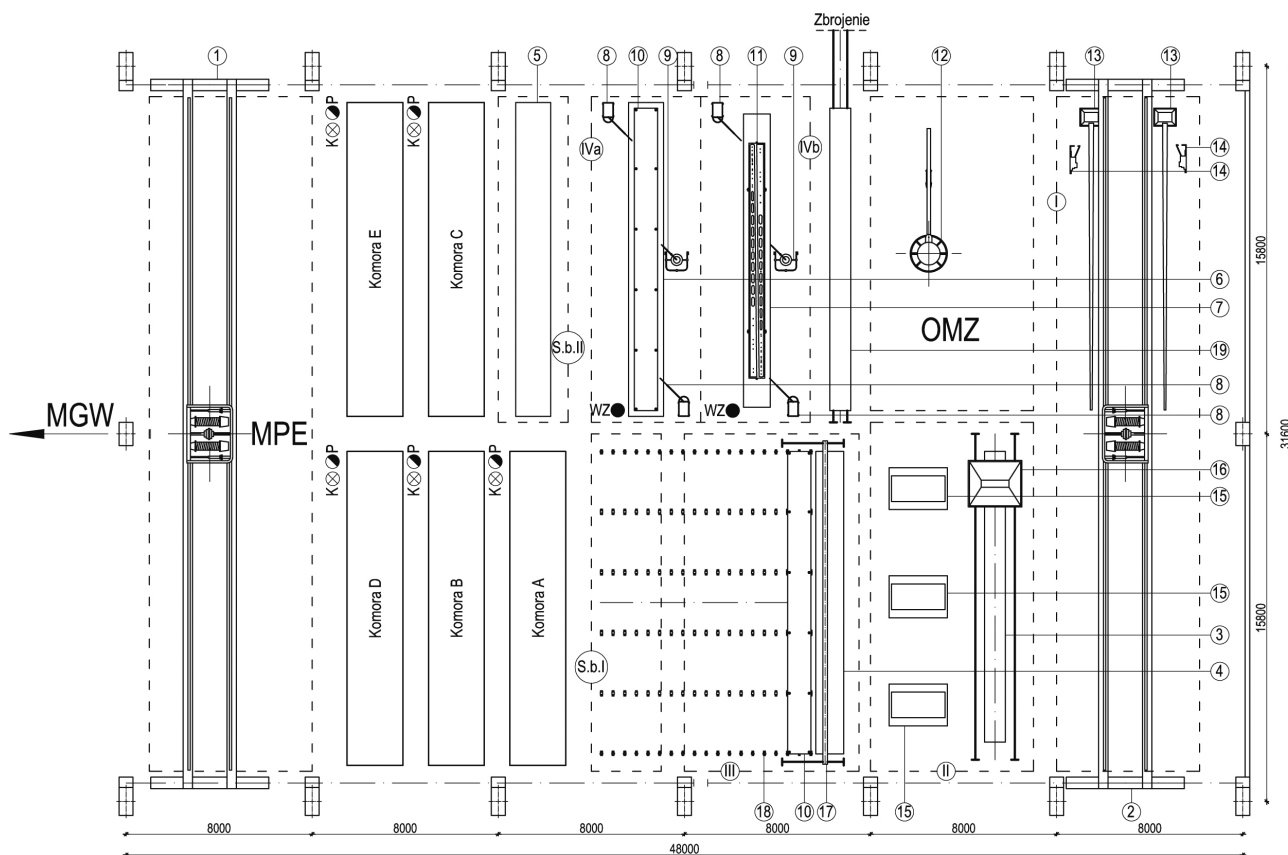


Rys. 11. Przykład cyklogramu dla linii produkcyjnej o charakterze mieszanym i cyklu dojrzewania rzeczywistego trwającego 24 godziny

Obliczenie liczby komór (stosów) grzewczych jest uzależnione od cyklu roboczego, rzeczywistego czasu trwania przyspieszonego dojrzewania (cyklu dojrzewania rzeczywistego), cyklu produkcyjnego i pojemności komory (stosu) grzewczego [12]. Wymagany, ze względu na parametry wytrzymałościowe betonu, czas trwania przyspieszonego dojrzewania może

wpływać na powyższy wzór, skutkując koniecznością zwiększenia łącznej liczby komór (stosów) grzewczych dodatkowo o 1 lub 2 sztuki.

Na rys. 11 pokazano przykład cyklogramu dla linii produkcyjnej o charakterze mieszanym i cyklu dojrzewania rzeczywistego trwającym 24 godziny. Obecnie spotykane tendencje



Rys. 12. Schemat zamaszynowania linii produkcyjnej prefabrykowanych żerdzi elektroenergetycznych typu ŻN [13]

w zakresie planowania czasu trwania obróbki termicznej zakładają możliwie krótkie okresy. Okoliczność ta wynika z potrzeby uzyskiwania wysokich wydajności produkcyjnych, jak również z minimalizacji kosztów związanych z potrzebą dostarczenia energii grzewczej na czas trwania obróbki termicznej. Możliwe jest jednak, że obróbka termiczna będzie trwała 24 godziny, skutkując koniecznością zwiększania liczby komór grzewczych o 2 sztuki, co oblicza się z następującego wzoru:

$$K = \frac{t_{rd}}{r \cdot k} + 2 \quad (7)$$

gdzie:

- t_{rd} – czas roboczy w ciągu doby, z potrąceniem przerw regulaminowych i czasu przygotowawczo-zakończeniowego;
- r – rytm produkcyjny;
- k – pojemność komory grzewczej (stosu).

Przy założonym czasie roboczym w ciągu doby wynoszącym 480 minut oraz 10-minutowym rytmie produkcyjnym, jak również pojemności jednej komory grzewczej na poziomie 12 elementów, łączna liczba komór grzewczych wynosi 6 sztuk.

Cyklogram z rys. 11 obrazuje godzinowy rozkład czasu rozładowywania i załadunku kolejnych komór grzewczych. W trakcie rozładowywania komory o numerze I w kolejnym dniu roboczym, tj. w godzinach 10.15–12.15, załadowywana jest jednocześnie dodatkowa komora, oznaczona numerem VI.

Ponadto w kolejnym dniu roboczym w godzinach 8.15–10.15, tj. kiedy trwa przyspieszone dojrzewanie w komorze o numerze I, załadowywana jest komora oznaczona numerem V.

3.3. Przykład mieszanej linii produkcyjnej

Na rys. 12 został przedstawiony schemat technologiczny zamaszynowania linii produkcyjnej prefabrykowanych żelbetowych żerdzi elektroenergetycznych typu ŻN. Linia do produkcji żelbetowych żerdzi typu ŻN składa się z kilku stanowisk produkcyjnych, oznaczających kolejno [13]:

- stanowisko I – zbrojenie;
- stanowisko II – formowanie;
- stanowisko III – rozformowanie;
- stanowisko IV a – czyszczenie i smarowania podkładów;
- stanowisko IV b – czyszczenie i smarowania form;
- stanowisko s.b. I – stanowisko buforowe I;
- stanowisko s.b. II – stanowisko buforowe II.

Pozostałe symbole oznaczają kolejno [13]: WZ – doprowadzenie zimniej wody; P – doprowadzenie pracy; K – odprowadzenie kondensatu; 1, 2 – suwnica pomostowa o udźwigu 10,5 tony; 3, 4, 5, 6, 7 – rampy płaskie; 8 – myjka ciśnieniowa; 9 – agregat do natryskiwania środka smarującego; 10 – podkład stalowy; 11 – forma; 12 – żuraw stały wolno stojący; 13 – stojak do montażu kosza zbrojeniowego; 14 – zgrzewarka kleszczowa; 15 – stół wibracyjny; 16 – zasypnik samojezdny; 17 – obrotnica; 18 – przenośnik rolkowy; 19 – wózek szynowy.

4. Agregaty produkcyjne

4.1. Formowanie agregatów

Formowanie prefabrykatów w docelowym kształcie lub pasm świeżej mieszanki betonowej może być prowadzone przy użyciu agregatów formujących. Ich główną zaletą jest konieczność wygospodarowania mniejszej przestrzeni do prowadzenia działań roboczych, a w wielu przypadkach redukcja hałasu i drgań. Dostępne na rynku agregaty formujące działają w oparciu o odmienny sposób przekazywania oddziaływań na mieszankę betonową.

4.2. Formowanie elementów walcowych za pomocą agregatów wibracyjnych [2]

Prowadzenie czynności zagęszczania w tego typu urządzeniach odbywa się np. pod wpływem drgań rdzenia, płaszcz zewnętrzny lub pierścienia dolnego. W tym przypadku drgania powodowane są przez wibratory zamocowane do płaszcz zewnętrzny formy, wbudowane w płaszcz wewnętrzny lub ustawione na urządzeniu wibracyjnym. W trakcie trwania procesu zagęszczania drgania przekazywane są na mieszankę betonową, a rdzeń przemieszcza się przy jednoczesnym bezruchu formy względem płaszcz zewnętrzny.

Wzrost odległości od źródła drgań powoduje gorsze parametry zagęszczonej mieszanki betonowej. W niektórych przypadkach formowania zdarza się, że zastosowanie samego wibrowania nie jest wystarczające do uzyskania wymaganego stopnia zagęszczenia elementu. Zjawisko takie można zaobserwować np. przy wykonywaniu prefabrykowanych rur [14]. W celu uniknięcia takiej sytuacji do zagęszczenia elementów stosuje się m.in. wibroprasowanie (rys. 13).

W procesie formowania rur prasowanie jest działaniem o wysokiej efektywności przy wykonywaniu np. wpustu lub kielicha rury. Ogólny schemat procesów produkcji rur przy użyciu agregatów przedstawiono na rys. 14.

Proces wibrowania odbywa się przy odmiennym sposobie umieszczenia wibratorów, np. w rdzeniu, płaszczu zewnętrznym formy, lub ich dwustronnym zamocowaniu. Wibrowanie prowadzone może być ponadto przy różnych częstotliwościach i amplitudach drgań. Efekt prasowania uzyskuje się na ogół przez działanie dźwigników mechanicznych, hydraulicznych i pneumatycznych. Po zakończonym procesie zagęszczenia rdzeń przemieszcza się w dół, a element jest zdejmowany ze stanowiska. Często przed zdjęciem dokonywany jest jeszcze obrót uformowanego elementu [14].

4.3. Agregaty prasujące do produkcji elementów walcowych [2]

Do produkcji rur bezcisnieniowych stosuje się m.in. agregaty, w których zagęszczanie odbywa się przez [2]:

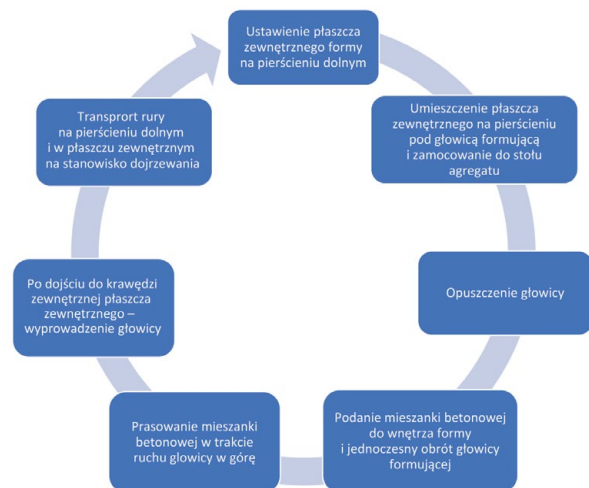
- ciągłe odśrodkowe warstwowe prasowanie mieszanki betonowej, tj. do pionowo ustawionego zewnętrznego płaszcz formy zasypywana jest mieszanka betonowa, po czym ciśnienie wywierane jest układem rolek umieszczonych na obracającej się i przesuwałej w pionie głowicy lub podobnie umieszczonym układzie krzywek; ciśnienie w mieszance wywołane jest w poziomie w kierunku płaszcz formy;

wibrowanie prasowanie

Rys. 13. Schemat procesu wibroprasowania [14]



Rys. 14. Ogólny schemat procesu produkcji rur metodą agregatową [14]



Rys. 15. Szczegółowy przebieg operacji w metodzie ciągłego warstwowego prasowania mieszanki betonowej [14]

- ciągłe warstwowe prasowanie mieszanki betonowej, tj. do pionowo ustawionej formy zasypywana jest mieszanka betonowa, przy czym ciśnienie wytworzone jest układem nośnych łopatek, które znajdują się na obracającej się i przesuwałej w pionie głowicy formującej (rys. 15); łopatki te wywierają ciśnienie na mieszankę betonową na zasadzie działania klina w kierunku pionowym.



Rys. 16. Szczegółowy przebieg procesu formowania w agregatach wibrotłoczących

4.4. Agregaty prasujące elementy płytowe i liniowe [2]

Agregaty tego typu znajdują zastosowanie przy produkcji elementów płytowych o niewielkich wymiarach. Pracują na zasadzie wywierania ciśnienia statycznego na mieszankę betonową naniesioną wcześniej do sztywnej formy w ilości odpowiadającej wymaganej objętości elementu. W ten sposób wykonuje się np. [14]:

- jednowarstwowe elementy betonowe (np. płyty chodnikowe);
- dwuwarstwowe płyty z warstwą fakturą (np. płyty mozaikowe).

W procesie prasowania wykorzystuje się ślimaka formującego, którego wielkość łopatek, skok, długość i przekrój dobierane są w zależności od siły prasującej. Następnie zaformowana wstęga przechodzi przez odpowiedni kształt matrycy (ustnika wyrzutowego). W kolejnym etapie wstęga świeżego betonu jest ucinana i formuje się kolejny element, ewentualnie agregat jest przenoszony na kolejne stanowisko lub tor. Prędkość formowania jest zróżnicowana i mieści się w zakresie od 0,7 do 1,5 m/min [15]. Konsystencja mieszanki betonowej bywa na ogół wilgotna przy wskaźniku w/c mieszczącym się w granicach od 0,23 do 0,35. Ze względu na konsystencję oraz m.in. otworowy przekrój poprzeczny wielu elementów technologia formowania agregatem prasującym na ogół wyklucza możliwość zastosowania betonów samozagęszczalnych (ang. *Self Compacting Concrete*).

4.5. Agregaty wibrotłoczące [2]

Ze względu na sposób działania agregaty wibrotłoczące dzieli się na:

- agregaty stacjonarne;
- agregaty ruchome.

Stacjonarne agregaty wibrotłoczące są urządzeniami, w których wibrotłok opuszczany jest od góry na ułożoną na podkładzie mieszankę betonową, formując tym samym kształt wyrobu [14]. Uzyskiwany kształt jest negatywem opuszczonego wibrotłoka. Agregaty tego typu stosowane są do produkcji m.in.:

- płyt żebrowych;
- elementów krzywoliniowych;
- pustaków [14].

Przebieg procesu formowania w tego typu agregatach przedstawiono na rys. 16.

Czynność podniesienia wibrotłoka należy realizować płynnie, gdyż to umożliwi dotarcie powietrza do strefy kontaktu między betonem a wibrotłokiem. Konsekwencją tego jest uniknięcie ryzyka przywierania mieszanki betonowej do tłoka. Na fot. 4 przedstawiono agregat typu stacjonarnego do produkcji bloków, dostępny w ofercie firmy CGM.

Agregat ten przeznaczony jest do produkcji [15]:

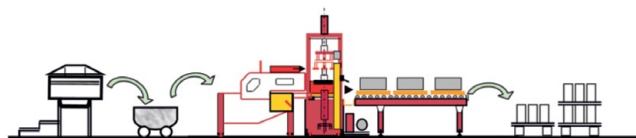
- pustaków betonowych;
- bloczków pełnych;
- bloczków dzielonych;
- elementów ścian oporowych;
- kostki brukowej;
- bloczków typu wpust – wypust;
- pustaków stropowych;
- dwuwarstwowej kostki brukowej;
- krawężników;
- kanałów;
- elementów dekoracyjnych;
- elementów parkingowych;
- wszystkich wyrobów dostosowanych do indywidualnych potrzeb.

Podstawową częścią roboczą tego typu urządzeń jest wibrotłok lub grupa wibrotłoków. Zamocowane sztywno wibratory wywołują w trakcie pracy ukierunkowane drgania pionowe. Schemat działania agregatu przedstawiono na fot. 5.

Przygotowana mieszanka betonowa transportowana jest z węzła betoniarskiego wózkami do leja wyspowego agregatu. Zaformowane elementy trafiają następnie do przenośnika urządzenia, skąd następuje ich odbiór i transport na miejsce składowania. Podstawowe parametry techniczne urządzenia przedstawiono w tabeli 1.



Fot. 4. Stacjonarny agregat do produkcji bloków firmy CGM typu 60H [15]



Fot. 5. Schemat działania agregatu do produkcji bloków firmy CGM typu 60H [15]

Tabela 1. Podstawowe dane techniczne agregatu do produkcji bloków firmy CGM typu 60H [15]

Wysokość wyrobu (od-do)	6-30 cm
Wymiary palety drewnianej	70 × 60 × 4 cm
Cykl roboczy	ok. 50-60 sekund
Moc zainstalowana	3 kW
System wibracyjny	elektryczny
Prasowanie	układ hydrauliczny / do 130 barów
Masa całkowita (bez formy)	850 kg
Wymiary maszyny	250 × 125 × 260 cm

Innym przykładem maszyny o większej mocy zainstalowanej jest stacjonarna maszyna do produkcji bloczków 90H (fot. 6) dostępna w ofercie firmy CGM.

W maszynie tej zastosowano system transportu taśmowego między węzłem betoniarskim a lejem wyspowym (fot. 7).

Analogicznie jak w przypadku maszyny typu 60H elementy trafiają następnie do przenośnika urządzenia, skąd następuje ich odbiór i transport na miejsce składowania.

4.6. Agregaty ślizgowe [2]

Agregaty ślizgowe łączą operacje formowania od chwili zasypu, przez dozowanie mieszanki betonowej, nadawanie kształtu wyrobowi, jego zagęszczenie, do wygładzania powierzchni prefabrykatu. Wśród agregatów ślizgowych wyróżnić można [14]:

- agregaty Strassa;
- agregat formujący Spiroll.



Fot. 6. Stacjonarna maszyna do produkcji bloczków firmy CGM typu 90H [15]



Fot. 7. Schemat działania agregatu do produkcji bloków firmy CGM typu 90H [15]



Fot. 8. Agregat przesuwany S-Liner® do formowania ślizgowego betonu, wykorzystywany do produkcji prefabrykowanych elementów strunobetonowych [10]

Agregat Strassa jest przystosowany do trójwarstwowego formowania płyt. W tego typu elementach zdarza się, że warstwa środkowa płyty wykonywana jest z betonu niższej klasy niż warstwa górna i dolna. W tym celu w agregacie używa się 3 zbiorników na mieszankę betonową. Agregaty Strassa stosuje się do produkcji płyt strunobetonowych i innych wyrobów, które nie mają zbrojenia poprzecznego. Agregat formujący Spiroll umożliwia formowanie płyt w systemie bezformowym. Agregat może być wyposażony m.in. w zasypnik mieszanki betonowej oraz ślimaki formujące. Na przedłużeniu ślimaków umieszczone są walce formujące płytę prefabrykowaną ujętą od góry. Formowanie bocznych krawędzi płyty umożliwiają płozy formujące. Na przedłużeniu walców formujących montowane są odcinki rur kształtujące otwory w płycie. Na górnej płozie formującej, która ustawiona jest prostopadle do osi toru, znajdują się wibratory przyczepne. Zagęszczenie mieszanki może następować w wyniku wibroprasowania, tj. przez drgania ślimaków i płyty górnej oraz prasowanie mieszanki betonowej spowodowane obrotem stożkowych ślimaków. Agregat Spiroll w trakcie formowania przesuwa się po szynach, wskutek czego zapewniona jest prostoliniowość pasma płytowego. Przesuw agregatu jest samoczynny, tj. na skutek odpychania się urządzenia od zaformowanego pasma płytowego, na ogół z prędkością ok. 1-1,5 metra na minutę. Na fot. 8 przedstawiono agregat do formowania ślizgowego typu S-Liner®, dostępny w ofercie firmy Ebawe, służący m.in. do zaformowania pasm płytowych dla wielootworowych płyt strunobetonowych.

5. Formowanie wybranych prefabrykatów

5.1. Klasyfikacja form i ich przykłady

Formy stanowią niezbędną część wyposażenia do prowadzenia procesów produkcyjnych prefabrykatów betonowych w budownictwie. Ich wybór, dokładność wykonania oraz trwałość decydują o jakości i poprawności kształtu zaformowanego elementu. Formy wykorzystywane są m.in. w procesach produkcji elementów płytowych, prętowych, rurowych,

blokowych i pierścieniowych oraz przestrzennych. W zależności od specyfiki wymiarowej i technologicznej formownego prefabrykatu formy mogą mieć różne kształty, posiadać odmienne wyposażenie. Formowanie elementów betonowych, które nie mają zbrojenia, wymaga zwykle zastosowania form o relatywnie prostej konstrukcji. W przypadku elementów sprężonych i wielkogabarytowych konieczne jest doposażanie form w pomocniczy osprzęt, np. siłowniki hydrauliczne, elementy oporowe itp. [16].

W przypadku poprzecznych przekrojów form do produkcji elementów prętowych wyróżnia się [2]:

- formy nierozbieralne;
- formy częściowo rozbieralne z jednym bokiem odchylanym;
- formy częściowo rozbieralne z jednym bokiem odejmowanym;
- formy częściowo rozbieralne z dwoma bokami odchylanymi;
- formy rozbieralne o zmniejszonej wysokości odchylanych boków i podniesionych zawiasach.

Ze względu na kształt poprzecznych przekrojów form do produkcji elementów płytowych wyróżnia się [2]:

- formy nierozbieralne;
- formy częściowo rozbieralne z jednym bokiem odsuwającym;
- formy częściowo rozbieralne z jednym bokiem odchylanym;
- formy częściowo rozbieralne z dwoma bokami odchylanymi;
- formy rozbieralne z odchylanymi bokami o zmniejszonej wysokości.

Na fot. 9 przedstawiono nierozbieralną formę do produkcji płyt TT. Forma ta może być wyposażona m.in. w hydrauliczne sterowanie szerokością średnicy. Zagęszczanie mieszanki betonowej odbywa się za pomocą stałych wibratorów o wysokiej częstotliwości, które są przymocowane do konstrukcji wsporczej.

Możliwa jest także instalacja do formy systemu grzewczego, w skład którego wchodzi rury grzewcze, przez które przepuszczane są ciepła woda lub olej termiczny [17].

Produkcja schodów ze spocznikiem może się odbywać w pozycji poziomej (fot. 10) w pojedynczych formach stacjonarnych lub potokowych.

Innym wariantem produkcyjnych biegów schodowych ze spocznikiem jest formowanie w pozycji pionowej. Do tego celu przewidziane są formy przedstawione na fot. 11.

Wśród spotykanych rozwiązań form przeznaczonych do produkcji schodów wyróżnić można m.in. pojedyncze formy pionowe z systemem wibracji do schodów kręconych lub schodów ze spocznikiem, moduły szalunkowe przeznaczone do stacjonarnego montażu w formie bateryjnej oraz modułowe konstrukcje z wymiennymi i regulowanymi podestami [17].

Formy do produkcji elementów prefabrykowanych mogą zostać łatwo rozformowane:

- po zaformowaniu elementu;
- po zakończonej obróbce termicznej.

Zaformowanie jednocześnie więcej niż jednego elementu wymaga zastosowania form bateryjnych, których przekroje poprzeczne są następujące [2]:

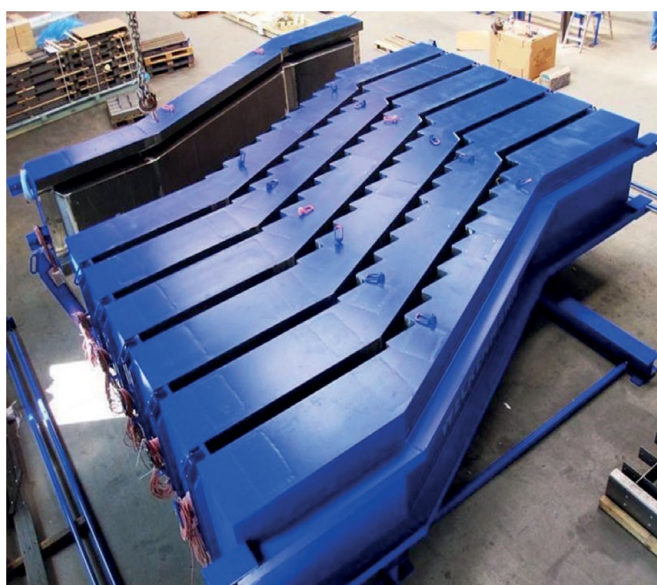
- forma nierozbieralna;
- forma częściowo rozbieralna;
- forma częściowo rozbieralna z odsuwającymi bokami;
- forma częściowo rozbieralna z wyjmowanymi przegrodami.



Fot. 9. Stalowa nierozbieralna forma firmy Weckenmann do produkcji płyt typu TT [17]



Fot. 10. Forma pojedyncza firmy Weckenmann do produkcji biegów schodowych w pozycji poziomej [17]



Fot. 11. Pionowa forma firmy Weckenmann do produkcji biegów schodowych ze spocznikami [17]

Na fot. 12 przedstawiono formy bateryjne firmy Weckenmann przystosowane do procesów produkcyjnych pionowych płyt ściennych oraz poziomych płyt stropowych.



Fot. 12. Formy bateryjne firmy Weckmann do produkcji elementów płytowych i ściennych [17]

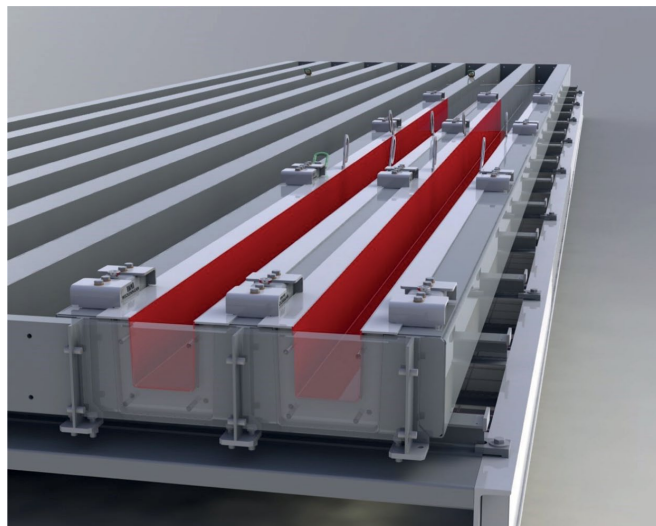


Fot. 13. Proces napełniania form bateryjnych mieszanką betonową [17]

Pokazane formy bateryjne mogą być stosowane w procesach produkcyjnych zorganizowanych w sposób potokowy i stacjonarny. Konstrukcja form umożliwia łatwe rozformowanie, nawet przy użyciu haka dźwigu lub suwnicy o małej wysokości. Komory formy mogą być otwierane i zamykane ręcznie lub przy użyciu silnika. Przemieszczenia paneli zewnętrznych zapewniają napędy elektryczne sterowane zdalnie. Każda z form może być osobno napełniana mieszanką betonową (fot. 13).

Formy bateryjne mogą być wyposażone w rury grzewcze, przez które przepuszczane są olej termalny lub gorąca woda. Rozwiązanie to przyczynia się do zapewnienia równomiernego i energooszczędnego ogrzania elementów. Dodatkowo formy mogą zostać wyposażone w gumowe wargi uszczelniające, które zapobiegają wyciekaniu świeżej mieszanki betonowej. Zastosowanie blokady hydraulicznej, sterowanej pompą, zapewnia formom całkowitą szczelność [17].

Inny przykład stalowej formy bateryjnej przedstawiono na fot. 14. Forma ta jest przystosowana do linii produkcyjnych zorganizowanych w sposób zarówno potokowy, jak i stacjonarny. Betonowe pale są na ogół wykonywane w odmiennych, sąsiadujących ze sobą wnękach, dzięki czemu ich wymiary można dowolnie dopasowywać pod względem gabarytów [17].



Fot. 14. Stalowa forma firmy Weckmann do produkcji pali [17]



Fot. 15. Stalowa przestrzenna forma firmy Weckmann [17]

Produkcja elementów prefabrykowanych blokowych i przestrzennych odbywa się w formach stalowych przestrzennych (fot. 15).

Widoczna na fotografii stalowa forma jest wykorzystywana do produkcji szybów windowych, wentylacyjnych i innych trójwymiarowych prefabrykatów betonowych. Części boczne form przestrzennych są przystosowane do przenoszenia. Półskorupa biegająca po podłodze umożliwia lepszy dostęp do otwartej formy w celu jej wyczyszczenia, montażu zbrojenia i zaformowania [16].

Formy przystosowane są do wbudowania rur grzewczych i mogą być zasilane gorącą wodą lub olejem termicznym. Rdzeń formy jest zwięźany do rozformowania [16].

5.2. Wybrane właściwości i zasady konstruowania form

Właściwości form są uzależnione od wielu kryteriów, takich jak sposób transportu i ustawienia form, typ wprowadzanego

zbrojenia do formy, sposób prowadzenia obróbki termicznej, rozformowanie, warunki prowadzenia obróbki termicznej oraz położenie elementu w trakcie formowania i rozformowania [16]. W tabeli 2 opisano wybrane właściwości konstrukcyjne form w zależności od opisanych wcześniej kryteriów.

5.3. Obciążenia eksploatacyjne działające na formy

Wśród obciążeń eksploatacyjnych, które występują przy projektowaniu form, uwzględnia się [2, 16]:

- masę własną formy;
- masę mieszanki betonowej;
- masę płyty dociskowej lub innego dociążenia;
- siły naciągu cięgien sprężających;
- składowe siły od haków po zamocowaniu zawiesi transportowych;
- siły przekazywane na formę przy rozformowywaniu wyrobów;
- czynniki cieplne w procesie obróbki betonu;
- różne inne czynniki technologiczne.

Charakterystyczne obciążenia pionowe obejmują [2, 16]:

- masę formy, przyjmowaną jako równomiernie rozłożoną;
- masę mieszanki betonowej, zgodnie z masą i rysunkiem wyrobu;
- składową pionową siłę naciągu cięgien przyłożoną w miejscach występowania bolców ustalających odgięcia cięgien;
- siłę działającą na haki zawiesi transportowych.

Charakterystyczne obciążenia poziome obejmują [2, 16]:

- montażową siłę naciągową o wartości siły projektowej przed zaistnieniem strat, zwiększoną o 10% z uwagi na stosowane 10-minutowe przeciąganie cięgien dla zmniejszenia wartości strat od relaksacji naprężeń w stali cięgien;
- składowe poziomych siły od haków zawiesi w warunkach analogicznych jak przy określaniu siły pionowych.

W procesie projektowania form należy zwracać szczególną uwagę na oddziaływanie o charakterze dynamicznym na mieszankę betonową. Oddziaływania tego rodzaju zachodzą w procesie wibrowania, gdy mieszanka może być traktowana jako gęsta ciecz wywierająca również ciśnienie statyczne poziome,

Tabela 2. Właściwości konstrukcyjne form uzależnione od wybranych kryteriów procesu produkcyjnego [2, 16]

Produkcja elementów prefabrykowanych	Właściwości konstrukcyjne form
Sposób transportu i ustawienia form	
Taśmowy	Formy i podkłady są wyposażone w koła, prowadnice do przesuwania się po torach bądź rolkach oraz urządzenia do ułatwienia przemieszczania i zderzaki
Potokowy	Formy i podkłady są wyposażone w zaczepy oraz urządzenia uchwytowe dla dźwigów, jak również urządzenia do automatycznych zawiesi
Stacjonarny	Formy są nieruchome, wyposażone w przyczepne wibratory nieprzenoszące sił od naciągu zbrojenia
Typ zbrojenia i charakter siłowego oddziaływania na formę	
Zbrojenie zwykłe	Standardowe formy, projektowane pod dany prefabrykat
Zbrojenie z naprężeniem wstępnym	Standardowe formy, projektowane pod dany prefabrykat z elementami oporowymi. Formy są dodatkowo wzmocnione
Naciąg drutów sprężających w czasie ich nawijania za pomocą specjalnych urządzeń	Podkłady oporowe przystosowane do przyjmowania sił w trakcie ciągłego nawijania strun na bolce lub elementy oporowe zewnętrzne
Naciąg drutów sprężających realizowany dźwignikami hydraulicznymi	Formy siłowe wyposażone w urządzenia i elementy oporowe do oparcia pras hydraulicznych i zakotwienia naciągniętego zbrojenia
Produkcja elementów prefabrykowanych	Właściwości konstrukcyjne form
Sposób zagęszczania mieszanki betonowej	
Na stołach i stojakach wibracyjnych łącznie z wibronasadkami na zasypnikach mieszanki betonowej lub przy użyciu listew wibracyjnych	Formy mające gładkie krawędzie boków
W formach z wibratorami przyczepnymi lub za pomocą wibratorów powierzchniowych	Forma nieruchoma
Wibrowanie przez drgające dno	Formy nieruchome wyposażone w wibratory zamocowane do dna, skonstruowane w taki sposób, że dno form nie łączy się z bokami
Rozformowanie elementów	
Po osiągnięciu przez beton wymaganej wytrzymałości	Formy z bokami zamocowanymi do dna za pomocą zawiasów lub z bokami odsuwanymi
Natychmiast po zaformowaniu	Formy ze zdejmowanymi bokami lub formy odwracalne
Warunki dojrzewania	
W komorach grzewczych	Formy nieruchome i przemieszczające się
Z obróbką kontaktową	Formy koszulkowe
Z obróbką kontaktową w stosach	Formy wyposażone w termopodkładki i odpowiednie zaczepy do podnoszenia i układania ich w stos nieruchomy lub przemieszczający się
Położenie elementu przy formowaniu i rozformowaniu	
Poziome	Formy pojedyncze i bateryjne posiadające boki niskie (grupowe)
Pionowe	Formy pojedyncze i bateryjne posiadające boki wysokie (kasetowe)
Formowanie poziome, rozformowanie pionowe	Górne i boczne boki form są odchylane lub odsuwane. Bok dolny jest połączony dnem i stanowi podparcie dla elementu

którego wartość jest zależna od rzeczywistej lub sprowadzonej wysokości słupa cieczy o masie objętościowej równej masie objętościowej mieszanki betonowej. Jednak w procesie wibrowania występuje także oddziaływanie dynamiczne, którego intensywność może być bardzo różna w zależności od konkretnych warunków wibrowania. Wielkość składowej dynamicznej może wynosić 5–7-krotność wartości ciśnienia statycznego [2, 16].

5.4. Podkłady

Podkłady, analogicznie do form, znajdują zastosowanie przy formowaniu różnorodnego asortymentu produkcyjnego prefabrykatów dla budownictwa. Ich przekroje poprzeczne mogą być następujące [2, 16]:

- dla elementów prętowych;
- dla elementów płytowych;
- dla elementów płytowych z niewielkimi miejscowymi zmianami przekroju;
- dla elementów płytowych z niewielką zmianą przekroju na całej długości.

Wśród przekrojów poprzecznych podkładów o skomplikowanych kształtach wyróżnia się [2, 16] elementy o kształcie:

- ceowym;
- złożonym;
- kątowym;
- teowym;
- indywidualnym, dopasowanym do elementu.

Ze względu na szerokie możliwości dopasowania kształtów obrzeży oraz ich umiejscowienia popularnym rozwiązaniem są stalowe blaty (palety) formujące (fot. 16).

Są one dostosowane do potokowych linii produkcyjnych przez użycie rolek zapewniających ich przemieszczanie na kolejne stanowiska produkcyjne. Szyny boczne są dopasowane do wytwarzanego prefabrykatu. Blaty mogą być wyposażone w złącza do połączenia kilku palet przechowywanych jedna za drugą w komorze grzewczej oraz stopki do ich ułożenia w stosy. Ponadto mogą mieć urządzenia dostosowujące do spójnego łączenia dwóch palet w produkcji dwuściennej. Istnieje także możliwość usztywnienia blatów w celu pochłonięcia siły sprężającej wynikającej z procesu produkcji sprężonych płyt podłogowych, legarów i innych prefabrykatów betonowych [16].

5.5. Ogólne zasady projektowania form i podkładów

Projektowanie konstrukcji form dla prefabrykatów betonowych, żelbetonowych oraz sprężonych powinno się odbywać na podstawie następujących zasad ogólnych [2, 16]:

1. Zastosowanie jak najmniejszej ilości stali walcowanej, profili zimnociągniętych lub kształtowników giętych.
2. Stosowanie typowych węzłów, części w celu zminimalizowania kosztów.
3. Ze względu na bardziej złożone możliwości kształtowania i mniejszą liczbę szwów spawalniczych stosowanie kształtowników ciągniętych zamiast walcowanych.
4. Możliwe projektowanie form jako konstrukcji nierozbieralnych.



Fot. 16. Stalowe blaty (palety) firmy Weckenmann do formowania odmiennego asortymentu prefabrykatów dla budownictwa [17]

5. Ustabilizowanie elementów składowych formy (wkłady, boki) względem podkładu formy lub boków.
6. Usytuowanie osi zawiasów tak, aby podczas otwierania i zamykania boków były zapewnione ich swobodny obrót oraz zabezpieczenie prefabrykatu przed uszkodzeniem.
7. Ze względu na redukcję momentu skręcającego umieszczenie osi zawiasów w pionie, możliwie jak najbliżej boku formy.
8. Możliwe rozstawianie zawiasów w odległości 1,5 metra.
9. Zapewnienie szczelności formy przed wypływaniem zaczynu cementowego przez stosowanie sprężystych podkładek uszczelniających (podkładek gumowych).
10. Zapewnienie minimalnych odkształceń form przez odpowiednią liczbę uchwytów służących do ich podnoszenia, np. formy o długości do 12 metrów – 4 punkty podparcia, powyżej 12 metrów – 6 i więcej punktów podparcia.
11. Redukcja hałasu przy zagęszczaniu, np. przez zamocowanie elastyczne, stosowanie elektromagnesów oraz dźwigników pneumatycznych i hydraulicznych.
12. Dążenie do uzyskania konstrukcji ściskanej osiowo lub z niewielkim mimośrodem.
13. Zapewnienie odpowiedniego wstępnego wygięcia formie, możliwie o kierunku przeciwnym do odkształceń wywołanych momentem zginającym od sił sprężających.
14. Dokładny montaż urządzeń oporowych i zakotwień w położeniu projektowym.
15. Przestrzeganie aktualnych wymagań związanych z wykonaniem konstrukcji stalowych dotyczących gatunku stali, warunków wykonania spoin przy spawaniu itp.

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

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

Sterowanie formacją robotów mobilnych z wykorzystaniem funkcji sztucznych potencjałów

Krzysztof Kozłowski, Wojciech Kowalczyk

1. Wprowadzenie

Do połowy lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia dominowało przekonanie, że problem unikania kolizji w robotyce należy rozwiązywać poprzez planowanie bezkolizyjnych trajektorii ruchu. W takim podejściu zadaniem układu sterowania jest możliwie precyzyjne odtwarzanie trajektorii referencyjnej przez manipulator lub platformę mobilną. Planowanie, jako proces wymagający zwykle większego nakładu obliczeniowego, realizowany był jednorazowo, przed rozpoczęciem procesu sterowania. Tego typu rozwiązanie może być skuteczne w przypadku statycznego środowiska lub gdy przestrzeń robocza jest w pełni kontrolowana. Praktycznym przykładem może być zrobotyzowane gniazdo na taśmie produkcyjnej, gdzie klatka bezpieczeństwa uniemożliwia wejście ludzi w pobliże robota, a miejsce i czas dostarczania elementów podlegających obróbce są znane.

Dynamiczne i niedeterministyczne środowisko pracy wymaga bardziej złożonego podejścia. Rozwiązaniem, które naturalnie nasuwa się w pierwszej kolejności, jest ponowne uruchamianie procesu planowania trajektorii w reakcji na zmiany zachodzące w przestrzeni roboczej. W pewnych przypadkach może się to okazać skutecznym rozwiązaniem, ma ono jednak istotne wady: proces planowania często wymaga znacznego nakładu obliczeniowego i jako taki nie może być realizowany w niskopoziomowej warstwie sterowania ruchem, która wymaga szybkiego taktowania. Jeżeli dynamika zmian w środowisku nie jest znaczna, cykliczne uruchamianie planera w wyższej, wolniej taktowanej warstwie systemu sterowania może być wystarczające.

W szybko rozwijanych obecnie obszarach robotyki usługowej, w której obecność ludzi w pobliżu robota jest zjawiskiem naturalnym, oraz wielorobotowych systemów autonomicznych, w których niezależne platformy mobilne realizują wspólne zadanie, implementacja unikania kolizji w wolnej pętli sterowania może nie być wystarczająca ze względu na niemożność zagwarantowania reakcji systemu w czasie rzeczywistym. Pierwszym badaczem proponującym rozwiązanie tego problemu był Khatib, który najpierw w swojej rozprawie doktorskiej [9], a później w szeroko znanej pracy [10] zaproponował wykorzystanie funkcji sztucznych potencjałów do unikania kolizji z przeszkodami (poprzez odpychanie od nich) przy jednoczesnej realizacji ruchu do celu (dzięki przyciąganiu). Khatib przedstawił nie tylko teoretyczne koncepcje, ale również przykład rozwiązania praktycznego problemu z wykorzystaniem popularnego

w latach osiemdziesiątych robota Puma 560. W weryfikacji nie użyto wprawdzie prawdziwego robota, tylko innowacyjnego na owe czasy symulatora ramienia manipulacyjnego wraz ze środowiskiem. Warto zauważyć, że dużo wcześniej, w 1977 r., Laitmann i Skowronski [27] opublikowali pracę, w której rozważali sterowanie dwoma autonomicznymi agentami, których jednym z celów było unikanie kolizji. Praca miała charakter czysto teoretyczny. Autorzy kontynuowali badania z tego zakresu w kolejnych latach [26].

Osobną klasę algorytmów unikania kolizji stanowią metody oparte na harmonicznym funkcjach potencjałowych [43, 44].

Funkcje sztucznych potencjałów okazały się skutecznym rozwiązaniem problemu unikania kolizji, stosowanym do dziś, choć należy podkreślić, że nie jest ono pozbawione wad. Ze względu na lokalny charakter funkcji potencjałowych zaproponowanych przez Khatiba w pewnych przypadkach mogą powstawać lokalne minima, które z punktu widzenia zastosowań w robotyce stanowią poważny problem.

Odpowiedzią na problem minimów lokalnych występujących w lokalnych funkcjach potencjałowych była metoda zaproponowana przez Rimona i Koditschka w 1988 r. W pracy [35] przedstawiono propozycję globalnej funkcji potencjałowej, która przy odpowiednim „dostrojeniu” gwarantuje, że nie pojawią się lokalne minima. Taka „dostrojona” funkcja jest nazywana funkcją nawigacji. W przypadku jej zastosowania prawie cała przestrzeń robocza jest zbiorem przyciągania globalnego minimum. Wyjątek stanowią pojedyncze punkty występujące w pobliżu przeszkód. Zbiór tych punktów jest zbiorem miary zero. W pierwszym artykule [35] zaprezentowano funkcję nawigacji dla przestrzeni, w której występują tylko i wyłącznie przeszkody o kształcie sfery (okręgu w przypadku przestrzeni dwuwymiarowej). W pracy [36] metodę rozszerzono na przeszkody typu gwiazda (są to przeszkody, które mają punkt, z którego prowadząc promień w dowolnym kierunku, krawędź przeszkody przetnie się tylko raz). Rdzeniem metody jest nowatorski pomysł, by przeszkody o kształcie gwiazdy transformować do kształtu sfery. Transformowane jest również otoczenie przeszkody. Takim zabiegowi poddawane są wszystkie przeszkody, a powstająca w wyniku tego pomocnicza przestrzeń jest przestrzenią sfer. Ponieważ funkcja transformująca jest dyfeomorfizmem, możliwe jest zaprojektowanie kierunku ruchu w każdym punkcie pomocniczej przestrzeni sfer i ciągłe przekształcanie wyniku do przestrzeni gwiazd. W wyniku

otrzymuje się rozwiązanie problemu znajdowania kierunku do celu w przestrzeni gwiazd. Należy zwrócić uwagę, że przeszkody typu gwiazda obejmują podklasę przeszkód niewypukłych, dla których w tradycyjnym podejściu opartym na lokalnej funkcji potencjałowej nie było wcześniej rozwiązania.

W roku 2004 w pracy [46] Urakubo zaproponował rozszerzenie algorytmu Rimona i Koditschka na roboty nieholonomiczne. Później ukazała się praca [45] zawierająca pogłębioną analizę stabilności i zbieżności algorytmu. Wykorzystanie funkcji nawigacji do sterowania wieloma robotami zostało przedstawione w wielu pracach [3, 5, 37–41].

Artykuły prezentujące praktyczne wykorzystanie funkcji nawigacji zostały opublikowane stosunkowo niedawno [14, 15, 20, 23, 33]. Pojawiły się również publikacje dotyczące punktów siodłowych i sterowania robotem w ich pobliżu, np. [22]. W części najnowszych prac porusza się problem przyspieszenia zbieżności algorytmu [11, 12, 21]. Prace te są odpowiedzią na sytuację, że w pewnych przypadkach funkcja nawigacji może być niemal płaska, a w konsekwencji wektor gradientu wykorzystywany w sterowaniu może mieć bardzo mały moduł.

Lokalne funkcje sztucznych potencjałów również znalazły zastosowanie w systemach wielorobotowych [2, 4, 13, 17, 24]. Obecnie ważnym zagadnieniem badawczym jest unikanie kolizji przez roboty mobilne z ograniczoną krzywizną ruchu [6, 7].

W dalszej części tego rozdziału będą rozpatrywane lokalne funkcje sztucznych potencjałów, które znajdują zastosowanie przede wszystkim do unikania kolizji w czasie rzeczywistym, szczególnie w silnie dynamicznym środowisku. Podejście wykorzystujące funkcję nawigacji nie będzie rozważane.

W kolejnych podrozdziałach przedstawiono: model pojedynczego robota mobilnego sterowanego różnicowo (podrozdz. 2), funkcję sztuczного potencjału, która została wykorzystana do unikania kolizji z przeszkodami statycznymi oraz między robotami (podrozdz. 3), rozszerzenie algorytmu opartego na linearyzacji modelu robota z pracy [4] o mechanizm unikania kolizji (podrozdz. 4). Podrozdział 4 zawiera też analizę stabilności algorytmu oraz symulacje numeryczne, które ilustrują efektywność metody. Następnie zaprezentowano: model systemu złożonego z N robotów mobilnych (podrozdz. 5), zapis funkcji sztuczного potencjału dla takiego systemu (podrozdz. 6), algorytm z pracy [4] rozszerzony na przypadek N robotów poruszających się w łańcuchu (podrozdz. 7). Dla tego przypadku również rozpatrzono analizę stabilności oraz wyniki symulacyjne. W podrozdziale 8 przedstawiono algorytm oparty na artykule [7], w którym dokonano dwóch modyfikacji: wykorzystano go do sterowania pojedynczym robotem oraz wyposażono w funkcję unikania kolizji z przeszkodami, a także jego analizę stabilności oraz symulacyjną weryfikację skuteczności. W podrozdziale 9 zaprezentowano ten sam algorytm w zastosowaniu do grupy robotów tworzących łańcuch i rozszerzono algorytm o unikanie kolizji, przeprowadzono analizę stabilności i pokazano wyniki symulacji numerycznych. Algorytm orientowania pól wektorowych z artykułu [15] w zastosowaniu do pojedynczego robota poruszającego się w środowisku z przeszkodami, analizę jego stabilności oraz wyniki symulacyjne przedstawiono w podrozdz. 10. W pracach [10, 11, 13, 16] są zaprezentowane wyniki eksperymentalnej weryfikacji tego

algorytmu. W podrozdziale 11 zaprezentowano algorytm orientowania pól wektorowych dla wielu robotów realizujących zsynchronizowane ruchy, który został wyposażony w mechanizm unikania kolizji między robotami, jego analizę stabilności oraz wyniki symulacji numerycznych ilustrujące skuteczność metody. W ostatnim podrozdziale zawarto podsumowanie przedstawionych wyników.

2. Model robota

Model kinematyki robota mobilnego sterowanego różnicowo jest opisany równaniem:

$$\dot{\mathbf{q}} = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 \\ \sin \theta & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{u} \quad (1)$$

gdzie wektor $\mathbf{q} = [x \ y \ \theta]^T$ składa się ze współrzędnych położenia x , y oraz orientacji θ wyrażonych w globalnym, ustalonym układzie odniesienia. Wektor sterowań $\mathbf{u} = [v \ \omega]^T$ reprezentuje sterowania, gdzie v jest składową sterującą prędkością liniową platformy, a ω to składowa sterująca jej prędkością kątową.

3. Funkcja sztuczного potencjału

Funkcje sztuczного potencjału są wykorzystywane do implementacji unikania kolizji. Robot otoczony jest polem sztuczного potencjału, który rośnie do nieskończoności w miarę zbliżania się do krawędzi przeszkody r_j (j – numer przeszkody) i zanika do zera w pewnej odległości R_j od niej, $R_j > r_j$.

Proponuje się następującą funkcję [30]:

$$B_{aj}(l_j) = \begin{cases} 0 & \text{dla } l_j < r_j, \\ e^{\frac{l_j - r_j}{R_j - r_j}} & \text{dla } r_j \leq l_j < R_j \\ 0 & \text{dla } l_j \geq R_j, \end{cases} \quad (2)$$

która przyjmuje wartości $B_{aj}(l_j) \in (0, 1)$. Odległość euklidesowa między robotem i j -tą przeszkodą jest następująca: $l_j = \|[x_j \ y_j]^T - [x \ y]^T\|$.

W celu uzyskania zakresu zmienności funkcji potencjałowej w przedziale $(0, \infty)$ funkcja (2) jest przekształcana w następujący sposób:

$$V_{aj}(l_j) = \frac{B_{aj}(l_j)}{1 - B_{aj}(l_j)} \quad (3)$$

Dalej jest ona używana do unikania kolizji. Funkcja $V_{aj}(l_j)$ i jej pochodne względem współrzędnych przestrzennych są ograniczone dla $l_j > r_j$.

4. Sterowanie z wykorzystaniem linearyzacji

W podrozdziale przedstawiono rozszerzenie algorytmu sterowania zaczerpniętego z pracy [1] o funkcję unikania kolizji. W pierwszej kolejności zaprezentowano wersję algorytmu dla jednego robota w środowisku z przeszkodami statycznymi. Później tę metodę wykorzystano do sterowania grupą robotów połączonych w łańcuch. W takim rozwiązaniu współrzędne robota poprzedzającego po dodaniu pewnego przesunięcia (będącego parametrem projektowym) są wykorzystywane jako sygnał referencyjny.

4.1. Algorytm sterowania

Celem sterowania jest śledzenie zadanej trajektorii przez grupę robotów przy jednoczesnym unikaniu kolizji. Zakłada się, że planowana trajektoria jest bezkolizyjna, tzn. jest zadana w taki sposób, by nie przechodziła przez obszary, w których oddziałują funkcje sztucznych potencjałów otaczających przeszkody. Śledzenie trajektorii jest równoznaczne ze sprowadzeniem do zera następujących wartości:

$$\begin{aligned} p_x &= x_d - x \\ p_y &= y_d - y \\ p_\theta &= \theta_d - \theta \end{aligned} \quad (4)$$

gdzie x_d i y_d są zadanymi współrzędnymi położenia, a θ_d jest zadaną orientacją. Błąd śledzenia wyrażony względem lokalnego układu współrzędnych umieszczonego na robocie jest opisany wyrażeniem:

$$\begin{bmatrix} e_x \\ e_y \\ e_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_\theta \end{bmatrix} \quad (5)$$

Wykorzystując powyższe równania oraz równanie ograniczeń nieholonomicznych $\dot{y} \cos \theta - \dot{x} \sin \theta = 0$, dynamikę błędu można przedstawić w następujący sposób:

$$\begin{aligned} \dot{e}_x &= e_y \omega - v + v_d \cos e_\theta, \\ \dot{e}_y &= -e_x \omega + v_d \sin e_\theta, \\ \dot{e}_\theta &= \omega_d - \omega. \end{aligned} \quad (6)$$

Proponuje się zmienne korekcji położenia złożone z błędu położenia i sumy składowych gradientów funkcji sztucznych potencjałów (branych ze znakiem minus, co wynika dalej z równania (13)):

$$\begin{aligned} P_x &= p_x - \sum_{j=1}^M \frac{\partial V_{aj}}{\partial x} \\ P_y &= p_y - \sum_{j=1}^M \frac{\partial V_{aj}}{\partial y} \end{aligned} \quad (7)$$

gdzie M – liczba przeszkód. V_{aj} zależy od x i y zgodnie z równaniem (3). Zmienne korekcji mogą zostać przekształcone do lokalnego układu związanego z robotem według wzoru:

$$\begin{bmatrix} E_x \\ E_y \\ e_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ p_\theta \end{bmatrix} \quad (8)$$

Różniczkując dwa pierwsze równania w (4) względem p_x i p_y , uzyskuje się:

$$\frac{\partial x}{\partial p_x} = -1, \quad \frac{\partial y}{\partial p_y} = -1 \quad (9)$$

Mając na uwadze zależności (9), można zapisać:

$$\frac{\partial V_{aj}}{\partial p_x} = \frac{\partial V_{aj}}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial p_x} = -\frac{\partial V_{aj}}{\partial x}, \quad \frac{\partial V_{aj}}{\partial p_y} = \frac{\partial V_{aj}}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial p_y} = -\frac{\partial V_{aj}}{\partial y} \quad (10)$$

Wykorzystując równania (7) i (8), gradient funkcji sztucznych potencjałów może zostać wyrażony względem lokalnego układu robota:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial V_{aj}}{\partial e_x} \\ \frac{\partial V_{aj}}{\partial e_y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial V_{aj}}{\partial p_x} \\ \frac{\partial V_{aj}}{\partial p_y} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Równanie (11) można łatwo zweryfikować, obliczając pochodne cząstkowe funkcji $V_{aj}(x_d - p_x, y_d - p_y) = V_{aj}(x_d - p_x(e_x, e_y), y_d - p_y(e_x, e_y))$ względem e_x, e_y i biorąc pod uwagę przekształcenie odwrotne do dwóch pierwszych równań w (5).

Wykorzystując zależności (10), powyższe równanie można zapisać w następujący sposób:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial V_{aj}}{\partial e_x} \\ \frac{\partial V_{aj}}{\partial e_y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & -\cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial V_{aj}}{\partial x} \\ \frac{\partial V_{aj}}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (12)$$

a równania (8) i (11) mogą zostać przekształcone do postaci:

$$\begin{aligned} E_x &= p_x \cos \theta + p_y \sin \theta + \sum_{j=1}^M \frac{\partial V_{aj}}{\partial e_x} \\ E_y &= -p_x \sin \theta + p_y \cos \theta + \sum_{j=1}^M \frac{\partial V_{aj}}{\partial e_y} \\ e_\theta &= p_\theta \end{aligned} \quad (13)$$

gdzie poszczególne pochodne cząstkowe funkcji sztucznych potencjałów są przekształcane z globalnego do lokalnego układu współrzędnych związanego z robotem. Ostatecznie zmienne korekcyjne wyrażone we współrzędnych układu lokalnego są następujące:

$$E_x = e_x + \sum_{j=1}^M \frac{\partial V_{aj}}{\partial e_x}, \quad E_y = e_y + \sum_{j=1}^M \frac{\partial V_{aj}}{\partial e_y} \quad (14)$$

Dla $l_j > R_j$ składowe wektora gradientu $\frac{\partial V_{aj}}{\partial e_x} = 0$ i $\frac{\partial V_{aj}}{\partial e_y} = 0$. W takim wypadku $E_x = e_x$ oraz $E_y = e_y$. Warto podkreślić podobieństwo równań (7) (uzupełnionych równaniami (10) oraz (14)).

Algorytm zamieszczony w pracy [1], rozszerzony o unikanie kolizji, jest opisany równaniami:

$$\begin{aligned} v &= v_d + k_1 E_x \\ \omega &= \omega_d + k_2 \text{sign}(v_d) E_y + k_3 e_\theta \end{aligned} \quad (15)$$

Założenie A. Jeżeli wartość sygnału sterującego jest co do wartości bezwzględnej mniejsza od pewnego przyjętego progu, tzn. $\|v\| < v_t$ (v_t – dodatnia stała), to jest on zastępowany przez nową wartość $\tilde{v} = S(v)v_b$, gdzie

$$S(v) = \begin{cases} -1 & \text{dla } v < 0 \\ 1 & \text{dla } v \geq 0 \end{cases} \quad (16)$$

Podstawiając (15) do (6), dynamikę błędu można wyrazić w następujący sposób:

$$\begin{aligned} \dot{e}_x &= e_y \omega - k_1 E_x + v_d (\cos e_\theta - 1) \\ \dot{e}_y &= -e_x \omega + v_d \sin e_\theta \\ \dot{e}_\theta &= -k_2 \text{sign}(v, d) E_y - k_3 e_\theta \end{aligned} \quad (17)$$

Gdy robot wykryje przeszkodę, jego trajektoria referencyjna jest tymczasowo „zamrażana”, tzn. v_d i ω_d przyjmują wartości zerowe. Proces śledzenia trajektorii referencyjnej zostaje zawieszony, ponieważ unikanie kolizji ma wyższy priorytet. Kiedy robot znajdzie się poza obszarem, w którym może wystąpić kolizja, trajektoria referencyjna jest aktualizowana i proces śledzenia jest kontynuowany. Niezależnie od definicji $\text{sign}(\bullet)$ proponuje się dla $v_d = 0$ pozostawienie drugiego składnika w sterowaniu prędkością kątową (15) w postaci $k_2 E_y$. Pozwala to zapobiegać zakleszczeniom (ang. *deadlocks*).

Dynamika błędu w stanie „zamrożenia” ($v_d = 0$ oraz $\omega_d = 0$) przyjmuje postać:

$$\begin{aligned} \dot{e}_x &= k_3 e_y e_\theta + k_2 e_y E_y - k_1 E_x \\ \dot{e}_y &= -k_3 e_x e_\theta - k_2 e_x E_y \\ \dot{e}_\theta &= -k_2 E_y - k_3 e_\theta \end{aligned} \quad (18)$$

4.2. Analiza stabilności

W tym punkcie przedstawiono analizę stabilności w zamkniętej pętli sterowania. Poza obszarem, gdzie funkcje sztucznych potencjałów przyjmują wartości niezerowe, analiza przedstawiona w [1] obowiązuje bez zmian, nie jest więc ona tutaj przedstawiona. Zaprezentowano analizę dla przypadku, gdy robot znajduje się w pobliżu przeszkody, w obszarze oddziaływania funkcji sztucznych potencjałów. Rozważmy następującą funkcję Lapunowa:

$$V = \frac{1}{2}(e_x^2 + e_y^2 + e_\theta^2) + \sum_{j=1}^M V_{aj} \quad (19)$$

Kiedy robot jest poza obszarem oddziaływania funkcji sztucznego potencjału, tzn. $l_j \geq R_j$, $j = 1, \dots, M$, system jest równoważny przedstawionemu w [1]. Zaprezentowana tam analiza stabilności pozostaje aktualna.

Jeśli robot jest w trybie unikania kolizji ($l_j < R_j$), to pochodna funkcji Lapunowa względem czasu ma postać:

$$\frac{dV}{dt} = e_x \dot{e}_x + e_y \dot{e}_y + e_\theta \dot{e}_\theta + \sum_{j=1}^M \left(\frac{\partial V_{aj}}{\partial e_x} \dot{e}_x + \frac{\partial V_{aj}}{\partial e_y} \dot{e}_y \right) \quad (20)$$

Korzystając z równania (14), powyższy wzór można przekształcić następująco:

$$\frac{dV}{dt} = E_x \dot{e}_x + E_y \dot{e}_y + e_\theta \dot{e}_\theta \quad (21)$$

Z powyższych zależności, korzystając z (18), otrzymuje się:

$$\begin{aligned} \dot{V} &= k_3 E_x e_y e_\theta + k_2 E_x e_y E_y - k_1 E_x^2 - k_3 E_y e_x e_\theta - \\ &\quad - k_2 e_x E_y^2 - k_2 E_y e_\theta - k_3 e_\theta^2 \end{aligned} \quad (22)$$

W celu dalszej analizy wprowadza się nową zmienną: $\theta_E = \arctg2(E_y, E_x)^*$ – pomocniczą zmienną orientacji. Podstawiając $E_x = D \cos \theta_E$, $E_y = D \sin \theta_E$, $D = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$ do powyższego równania, uzyskuje się:

$$\begin{aligned} \dot{V} &= k_3 D \cos \theta_E e_y e_\theta + k_2 D^2 e_y \cos \theta_E \sin \theta_E - \\ &\quad - k_1 D^2 \cos^2 \theta_E - k_3 D \sin \theta_E e_x e_\theta \\ &\quad - k_2 e_x D^2 \sin^2 \theta_E - k_2 e_\theta D \sin \theta_E - k_3 e_\theta^2 \end{aligned} \quad (23)$$

Używając przekształcenia identycznościowego:

$$-k_3 e_\theta^2 = -\frac{1}{4} k_3 e_\theta^2 - \frac{1}{4} k_3 e_\theta^2 - \frac{1}{2} k_3 e_\theta^2 \quad (24)$$

równanie (23) można zapisać w następującej postaci:

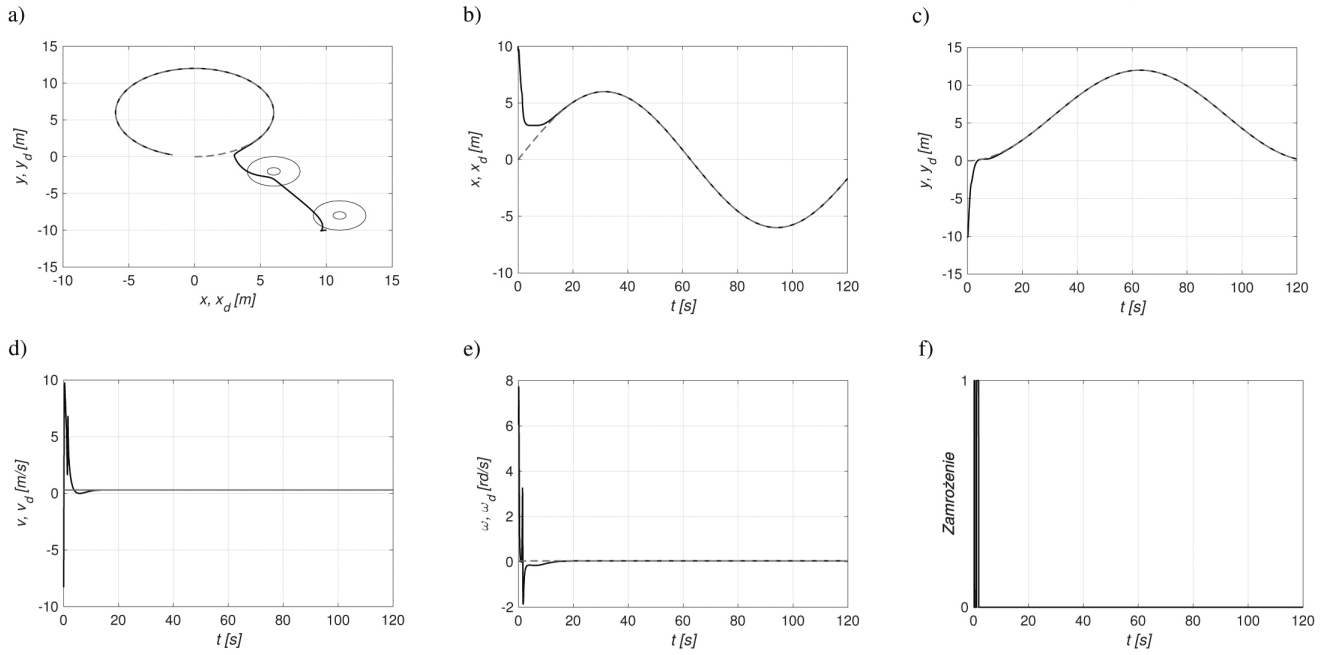
$$\begin{aligned} \dot{V} &= \left(k_3 D \cos \theta_E e_y e_\theta - \frac{1}{4} k_3 e_\theta^2 \right) + \left(-k_3 D \sin \theta_E e_x e_\theta - \frac{1}{4} k_3 e_\theta^2 \right) \\ &\quad + \left(-k_2 D e_\theta \sin \theta_E - \frac{1}{2} k_3 e_\theta^2 \right) + k_2 D^2 e_y \cos \theta_E \sin \theta_E - \\ &\quad - k_1 D^2 \cos^2 \theta_E - k_2 e_x D^2 \sin^2 \theta_E \\ &= - \left[k_3 \left(\frac{1}{2} e_\theta - D \cos \theta_E e_y \right)^2 - k_3 D^2 \cos^2 \theta_E e_y^2 \right] \\ &\quad - k_3 \left[\left(\frac{1}{2} e_\theta + D \sin \theta_E e_x \right)^2 - D^2 \sin^2 \theta_E e_x^2 \right] \\ &\quad - \left[\left(\sqrt{\frac{k_3}{2}} e_\theta + k_2 \frac{1}{\sqrt{2k_3}} D \sin \theta_E \right)^2 - \frac{k_2^2}{2k_3} D^2 \sin^2 \theta_E \right] \\ &\quad + k_2 D^2 e_y \cos \theta_E \sin \theta_E - k_1 D^2 \cos^2 \theta_E - k_2 e_x D^2 \sin^2 \theta_E \end{aligned}$$

W celu uproszczenia dalszych obliczeń wprowadza się nowe funkcje skalarne:

$$\begin{aligned} a &= \frac{1}{2} e_\theta - D \cos \theta_E e_y, \quad b = \frac{1}{2} e_\theta + D \sin \theta_E e_x, \\ c &= \sqrt{\frac{k_3}{2}} e_\theta + \frac{k_2}{\sqrt{2k_3}} D \sin \theta_E \end{aligned}$$

Wykorzystując powyższe funkcje, po pewnych przekształceniach funkcję \dot{V} można przedstawić w postaci:

* $\arctg 2(\bullet, \bullet)$ jest wersją funkcji $\arctg(\bullet)$ pokrywającą wszystkie cztery ćwiartki płaszczyzny XY



Rys. 1. Symulacja numeryczna 1: algorytm oparty na linearyzacji – jeden robot: a) położenie robotów na płaszczyźnie xy oraz zmiany w funkcji czasu; b) współrzędnej x; c) współrzędnej y; d) prędkości liniowej; e) prędkości kątowej; f) zamrażania

$$\begin{aligned}
 \dot{V} &= -k_3 a^2 - k_3 b^2 - c^2 - k_1 D^2 \cos^2 \theta_E + D^2 \sin^2 \theta_E \left(e_x \sqrt{k_3} - \frac{k_2}{2\sqrt{k_3}} \right)^2 \\
 &\quad + \left(\sqrt{k_3} D \cos \theta_E e_y + D k_2 \sin \theta_E \frac{1}{2\sqrt{k_3}} \right)^2 \\
 &\leq -k_3 a^2 - k_3 b^2 - c^2 - k_1 D^2 \cos^2 \theta_E + D^2 \left(e_x \sqrt{k_3} - \frac{k_2}{2\sqrt{k_3}} \right)^2 \\
 &\quad + D^2 \left(\sqrt{k_3} \cos \theta_E e_y + k_2 \sin \theta_E \frac{1}{2\sqrt{k_3}} \right)^2 \\
 &= -k_3 a^2 - k_3 b^2 - c^2 - k_1 D^2 \cos^2 \theta_E + D^2 k_3 \left(e_x - \frac{k_2}{2k_3} \right)^2 + \\
 &\quad + D^2 k_3 \left(\cos \theta_E e_y + \frac{k_2}{2k_3} \sin \theta_E \right)^2
 \end{aligned}$$

Układ sterowania jest stabilny ($\dot{V} \leq 0$), jeżeli spełniony jest warunek:

$$\begin{aligned}
 &k_1 D^2 \cos^2 \theta_E - D^2 k_3 \left(e_x - \frac{k_2}{2k_3} \right)^2 - \\
 &- D^2 k_3 \left(\cos \theta_E e_y + \frac{k_2}{2k_3} \sin \theta_E \right)^2 \geq 0
 \end{aligned} \quad (25)$$

Jeżeli $D^2 \neq 0$, to warunek (25) może zostać zapisany w postaci:

$$k_1 \cos^2 \theta_E \geq k_3 \left(e_x - \frac{k_2}{2k_3} \right)^2 + k_3 \left(\cos \theta_E e_y + \frac{k_2}{2k_3} \sin \theta_E \right)^2 \quad (26)$$

Jeżeli składnik $\cos^2 \theta_E$ jest bliski zeru, wówczas uruchamiana jest specjalna procedura opisana w założeniu A. Powoduje ona wypchnięcie robota z tego stanu, zapewniając, że

$\theta_E \neq \pm \frac{\pi}{2} \pm \pi d$ ($d = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$). W pozostałych przypadkach spełnienie warunku (26) może zostać zapewnione przez ustalenie odpowiednio dużej wartości k_1 .

Jak przedstawiono w pracy [30], unikanie kolizji jest zagwarantowane, jeżeli $\dot{V}_{aj} \leq 0$ i $\lim_{\| [x \ y]^T - [x_a \ y_a]^T \| \rightarrow r^+} V_{aj} = +\infty$, gdzie wektor $[x_a \ y_a]^T$ wyznacza środek przeszkody.

4.3. Symulacje numeryczne

Przedstawione w tym punkcie wyniki symulacji numerycznej ilustrują działanie algorytmu opartego na linearyzacji, gdy konieczne jest uniknięcie kolizji ze statycznymi przeszkodami. Zadaniem robota jest poruszanie się po trajektorii kołowej, której środek znajduje się w punkcie (0,6 m), a jego promień wynosi 6 m. Ruch ma się odbywać w kierunku przeciwnym do wskazówek zegara z prędkością liniową 0,3 m/s i kątową 0,05 rad/s. Robot początkowo znajduje się w punkcie (10 m, -10 m), a jego orientacja to 0 rad. W punktach (11 m, -8 m) oraz (6 m, -2 m) znajdują się przeszkody statyczne o średnicach $r = 0,5$ m i zasięgu pola potencjałowego $R = 2$ m. Położenie przeszkód zostało dobrane w taki sposób, by robot musiał je ominąć w stanie przejściowym.

Wzmocnienia algorytmu były następujące: $k_1 = 1$, $k_2 = 1$, $k_3 = 1$. Na rysunku 1 a przedstawiono ścieżkę robota na płaszczyźnie (x, y) (linia ciągła) oraz trajektorię referencyjną (linia przerywana). Robot wchodzi kolejno w obszary oddziaływania przeszkód, unika kolizji, by ostatecznie wjechać na okrąg trajektorii referencyjnej. Na rysunku 1 b oraz c przedstawiono wykresy współrzędnych robota oraz trajektorii referencyjnej w funkcji czasu. Robot osiągnął położenie bliskie sygnałowi referencyjnemu po kilkunastu sekundach. Na rysunkach 1 d

oraz 1e są pokazane, odpowiednio, wykresy sygnałów sterujących prędkością liniową i kątową platformy. Linie przerywane reprezentują prędkości robota referencyjnego. Początkowo sygnały sterujące osiągają znaczne wartości, nierealizowalne fizycznie, jednak taki stan utrzymuje się bardzo krótko. Opierając się na doświadczeniu autorów w zakresie eksperymentów na rzeczywistych robotach, można się spodziewać, że w przypadku praktycznej implementacji przedstawionego algorytmu należałoby zastosować skalowanie prędkości kół robota, które pozwoliłoby zachować kierunek ruchu robota przy zmniejszonej prędkości w razie osiągnięcia ograniczeń aktuatorów. Spowodowałoby to pewne wydłużenie stanu przejściowego. Na rysunku 1f widać wykres czasowy reprezentujący stan „zamrożenia” trajektorii referencyjnej (1 – stan „zamrożenia”, 0 – poza obszarem oddziaływania przeszkody). „Zamrożenie” aktywowane jest przejściowo, gdy robot zbliża się do przeszkód, jednak trwa to bardzo krótko.

5. Model systemu N robotów

W przypadku systemu złożonego z N robotów mobilnych sterowanych różnicowo model uwzględniający kinematykę jest następujący:

$$\dot{\mathbf{q}}_i = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & 0 \\ \sin \theta_i & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{u}_i \quad (27)$$

gdzie wektory $\mathbf{q}_i = [x_i \ y_i \ \theta_i]^T$ oraz $\mathbf{u}_i = [v_i \ \omega_i]^T$ są odpowiednikami wektorów we wzorze (1), w których indeks i oznacza numer robota.

6. Funkcja sztucznego potencjału dla robotów wchodzących w interakcje

Funkcje sztucznego potencjału mogą być również wykorzystane do unikania kolizji między robotami. Każdy z N robotów otoczony jest polem sztucznego potencjału o takich samych właściwościach, jak przedstawiony w podrozdziale 3.

W przypadku systemu wielorobotowego funkcje (2) i (3) muszą zostać rozszerzone o dodatkowy indeks reprezentujący numer robota, z którym odbywa się interakcja:

$$B_{aij}(l_{ij}) = \begin{cases} 0 & \text{dla } l_{ij} < r_j \\ e^{\frac{l_{ij}-r_j}{l_j-R_j}} & \text{dla } r_j \leq l_j < R_j \\ 0 & \text{dla } l_{ij} \geq R_j \end{cases} \quad (28)$$

$$V_{aij}(l_{ij}) = \frac{B_{aij}(l_{ij})}{1 - B_{aij}(l_{ij})} \quad (29)$$

Odległość euklidesowa między robotem i -tym a j -tym dana jest równaniem:

$$l_{ij} = \|[x_j \ y_j]^T - [x_i \ y_i]^T\|$$

Funkcja $V_{aij}(l_{ij})$ i jej pochodne względem współrzędnych przestrzennych są ograniczone dla $l_{ij} > r_j$.

7. Sterowanie z wykorzystaniem linearyzacji dla N robotów

W tym podrozdziale przedstawiono algorytm sterowania N mobilnych robotów będący rozwinięciem metody sterowania pojedynczym robotem z pracy [1]. Wyróżniony robot, nazywany liderem (oznaczony indeksem 1), naśladuje ruch wirtualnego robota (oznaczonego indeksem 0) z pewnym przestrzennym przesunięciem. Robot wirtualny realizuje ruch wzdłuż trajektorii referencyjnej. Kolejne roboty tworzą łańcuch, w którym i -ty robot traktuje trajektorię robota $i - 1$ jako własną trajektorię referencyjną. W procesie sterowania roboty wykorzystują nie tylko współrzędne położenia i orientacji swojego poprzednika, ale również jego prędkości, liniową oraz kątową. Jako algorytm śledzący wykorzystano metodę przedstawioną w podrozdziale 4. Dodatkowo algorytm został wyposażony w mechanizm unikania kolizji, który aktywuje się, jeżeli roboty znajdują się w zbyt małej odległości od siebie. Cel sterowania jest równoważny sprowadzeniu do zera następujących zmiennych:

$$\begin{aligned} p_{ix} &= x_{i-1} - x_i - d_{x \ i-1,i} \\ p_{iy} &= y_{i-1} - y_i - d_{y \ i-1,i} \\ p_{i\theta} &= \theta_{i-1} - \theta_i \end{aligned} \quad (30)$$

gdzie $d_{x \ i-1,i}$ i $d_{y \ i-1,i}$ są parametrami projektowymi reprezentującymi składowe przestrzennego przesunięcia między robotami $i - 1$ oraz i .

Błąd wyrażony w układzie związanym z i -tym robotem jest następujący:

$$\begin{bmatrix} e_{ix} \\ e_{iy} \\ e_{i\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & \sin \theta_i & 0 \\ -\sin \theta_i & \cos \theta_i & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_{ix} \\ p_{iy} \\ p_{i\theta} \end{bmatrix} \quad (31)$$

Wykorzystując powyższe równania przy jednoczesnej obecności ograniczenia nieholonomicznego $\dot{y}_i \cos \theta_i - \dot{x}_i \sin \theta_i = 0$, dynamikę błędów pomiędzy liderem i robotem go śledzącym opisuje się równaniami:

$$\begin{aligned} \dot{e}_{ix} &= e_{iy} \omega_i - v_i + v_{i-1} \cos e_{i\theta} \\ \dot{e}_{iy} &= -e_{ix} \omega_i + v_{i-1} \sin e_{i\theta} \\ \dot{e}_{i\theta} &= \omega_{i-1} - \omega_i \end{aligned} \quad (32)$$

Wprowadza się zmienne korekcyjne złożone z błędów śledzenia i -tego robota oraz składowych gradientu związanych z unikaniem kolizji:

$$P_{ix} = p_{ix} - \sum_{j=1, j \neq i}^N \frac{\partial V_{aij}}{\partial x_i}, \quad P_{iy} = p_{iy} - \sum_{j=1, j \neq i}^N \frac{\partial V_{aij}}{\partial y_i} \quad (33)$$

V_{aij} zależy od x_i oraz y_i zgodnie z równaniem (30). Zmienne można przekształcić do lokalnego układu, związanego z i -tym robotem:

$$\begin{bmatrix} E_{ix} \\ E_{iy} \\ E_{i\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & \sin \theta_i & 0 \\ -\sin \theta_i & \cos \theta_i & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{ix} \\ P_{iy} \\ P_{i\theta} \end{bmatrix} \quad (34)$$

Postępując analogicznie jak w podrozdziale 5, można pokazać, że:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial V_{aij}}{\partial e_{ix}} \\ \frac{\partial V_{aij}}{\partial e_{iy}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\cos \theta_i & -\sin \theta_i \\ \sin \theta_i & -\cos \theta_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial V_{aij}}{\partial x_i} \\ \frac{\partial V_{aij}}{\partial y_i} \end{bmatrix} \quad (35)$$

oraz

$$E_{ix} = e_{ix} + \sum_{j=1, j \neq i}^N \frac{\partial V_{aij}}{\partial e_{ix}}, \quad E_{iy} = e_{iy} + \sum_{j=1, j \neq i}^N \frac{\partial V_{aij}}{\partial e_{iy}} \quad (36)$$

Szczegóły wyprowadzenia zostały przedstawione w pracy [16].

Algorytm [1] dla N robotów rozszerzony o unikanie kolizji jest opisany równaniami:

$$\begin{aligned} v_i &= v_{i-1} + k_1 E_{ix} \\ \omega_i &= \omega_{i-1} + k_2 \text{sign}(v_{i-1}) E_{iy} + k_3 e_{i\theta} \end{aligned} \quad (37)$$

Podstawiając (15) do (6), dynamikę błędu można wyrazić w następujący sposób:

$$\begin{aligned} \dot{e}_{ix} &= e_{iy} \omega_i - k_1 E_{ix} + v_{i-1} (\cos e_{i\theta} - 1) \\ \dot{e}_{iy} &= -e_{ix} \omega_i + v_{i-1} \sin e_{i\theta} \\ \dot{e}_{i\theta} &= -k_2 \text{sign}(v_{i-1}) E_{iy} - k_3 e_{i\theta} \end{aligned} \quad (38)$$

Kiedy robot i -ty znajdzie się w obszarze pola potencjałowego innego robota, jego sygnał referencyjny jest tymczasowo „zamrażany”, wartości v_{i-1} oraz ω_{i-1} są zastępowane wartością 0. Proces śledzenia lidera (robota poprzedzającego w formacji) jest tymczasowo zawieszany, ponieważ zadanie unikania kolizji ma wyższy priorytet. Kiedy robot znajdzie się poza polem potencjałowym innego robota, jako jego sygnał referencyjny przyjmowane są ponownie wartości związane z robotem poprzedzającym.

Dynamika błędu w stanie „zamrożenia” przyjmuje postać:

$$\begin{aligned} \dot{e}_{ix} &= k_3 e_{iy} e_{i\theta} + k_2 e_{iy} E_{iy} - k_1 E_{ix} \\ \dot{e}_{iy} &= -k_3 e_{i\theta} e_{ix} - k_2 e_{ix} E_{iy} \\ \dot{e}_{i\theta} &= -k_2 E_{iy} - k_3 e_{i\theta} \end{aligned} \quad (39)$$

7.1. Analiza stabilności dla systemu N robotów

W tym punkcie przedstawiono analizę stabilności systemu złożonego z N robotów. Ponieważ poza obszarem, gdzie funkcje sztucznych potencjałów przyjmują wartości niezerowe, analiza przedstawiona w [1] pozostaje aktualna, nie jest więc tu przedstawiona. Zaprezentowano natomiast analizę dla przypadku, gdy robot znajduje się w pobliżu przeszkody, w obszarze oddziaływania funkcji sztucznych potencjałów.

Rozważmy następującą funkcję Lapunowa:

$$V = \sum_{i=1}^N \left[\frac{1}{2} (e_{ix}^2 + e_{iy}^2 + e_{i\theta}^2) + \sum_{j=1, j \neq i}^N V_{aij} \right] \quad (40)$$

Kiedy robot jest poza obszarem oddziaływania funkcji sztucznego potencjału, tzn. $l_{ij} \geq R_{j,j} = 1, \dots, N$, system jest równoważny przedstawionemu w [1]. Zaprezentowana tam analiza stabilności pozostaje aktualna.

Jeśli robot jest w trybie unikania kolizji ($l_j < R_j$), to pochodna funkcji Lapunowa względem czasu ma postać:

$$\frac{dV}{dt} = \sum_{i=1}^N \left[e_{ix} \dot{e}_{ix} + e_{iy} \dot{e}_{iy} + e_{i\theta} \dot{e}_{i\theta} + \sum_{j=1, j \neq i}^N \left(\frac{\partial V_{aij}}{\partial e_{ix}} \dot{e}_{ix} + \frac{\partial V_{aij}}{\partial e_{iy}} \dot{e}_{iy} \right) \right] \quad (41)$$

Korzystając z równania (36), powyższy wzór można przekształcić następująco:

$$\frac{dV}{dt} = \sum_{i=1}^N \left[E_{ix} \dot{e}_{ix} + E_{iy} \dot{e}_{iy} + e_{i\theta} \dot{e}_{i\theta} \right] \quad (42)$$

Dalsza analiza stabilności jest analogiczna do przedstawionej wcześniej dla pojedynczego robota. Wprowadza się pomocniczą zmienną orientacji θ_{iE} , zmienne korekcyjne dla poszczególnych robotów E_{ix} i E_{iy} oraz funkcje skalarne a_{i1} i b_{i1} , których działanie w przypadku zastosowania do i -tej platformy mobilnej jest takie samo, jak ich odpowiedników w punkcie 4.2.

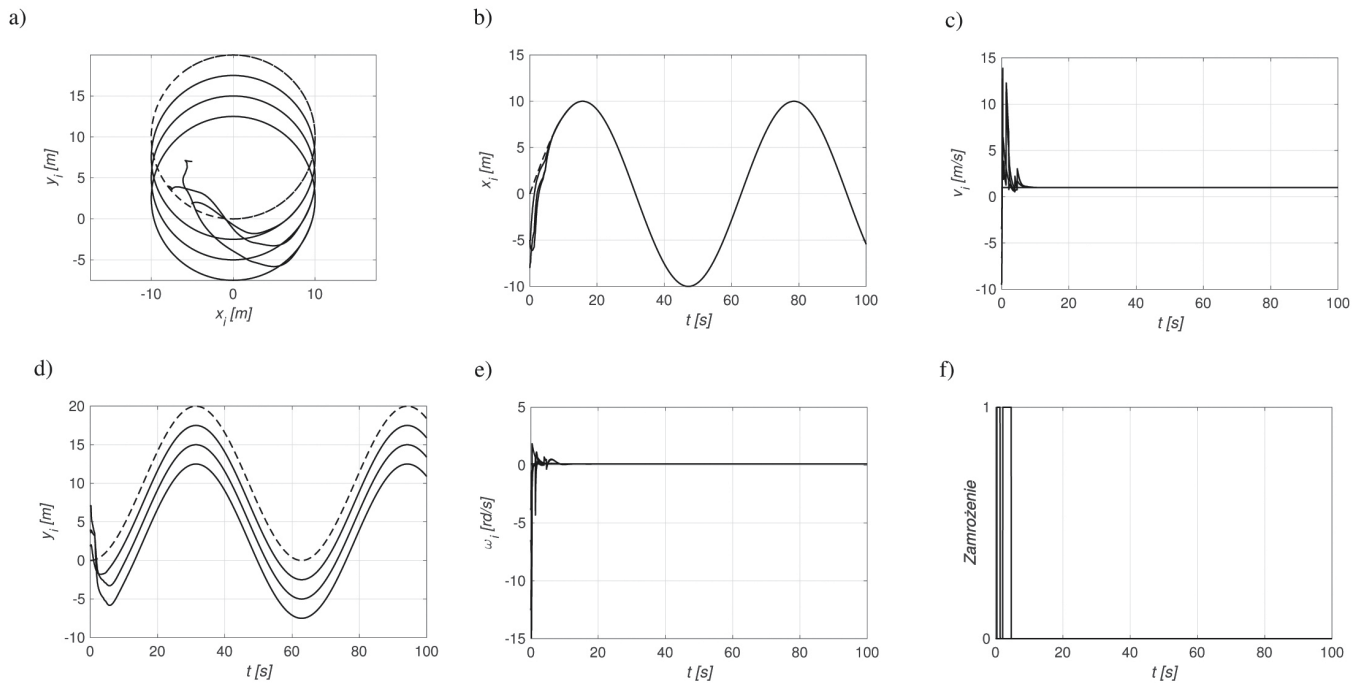
Pochodna funkcji Lapunowa względem czasu jest mniejsza od zera ($\dot{V} \leq 0$), jeżeli jest spełniony warunek:

$$\sum_{i=1}^N \left[k_1 \cos^2 \theta_{iE} \right] \geq \sum_{i=1}^N \left[k_3 \left(e_{ix} - \frac{k_2}{2k_3} \right)^2 + k_3 \left(\cos \theta_{iE} e_{iy} + \frac{k_2}{2k_3} \sin \theta_{iE} \right)^2 \right] \quad (43)$$

Dalszą analizę można przeprowadzić analogicznie do rozważań przedstawionych po wzorze (26) w punkcie 4.2, biorąc dodatkowo pod uwagę, że system składa się z N robotów. Zaprezentowane tam wnioski obowiązują przy założeniu, że robot nie może znaleźć się blisko krawędzi dwóch innych robotów jednocześnie. Ze względu na to, że w pobliżu przeszkody dominuje składnik sterowania zapobiegający kolizjom, co prowadzi do szybkiego zwiększenia odległości między robotami, takie założenie będzie prawdziwe w większości przypadków. Pozostałe sytuacje można uznać za wyjątkowe i nie będą one dalej rozpatrywane.

7.2. Symulacje numeryczne

W tym punkcie są przedstawione wyniki symulacji numerycznej, które ilustrują działanie algorytmu opartego na linearyzacji w zastosowaniu do grupy robotów poruszających się w formacji. Roboty realizują trajektorię referencyjną o promieniu 5 m. Przesunięcie między kolejnymi robotami wynosi



Rys. 2. Symulacja numeryczna 2: algorytm oparty na linearyzacji: a) położenie robotów na płaszczyźnie xy oraz zmiany w funkcji czasu; b) współrzędnej x ; c) współrzędnej y ; d) prędkości liniowej; e) prędkości katowej; f) zamrażania

2,5 m w kierunku y . W kierunku x nie ma przesunięcia. Użyto następujących nastaw algorytmu: $k_1 = 1$, $k_2 = 1$ oraz $k_3 = 1$. Wykres ścieżek robotów na płaszczyźnie (x, y) zamieszczono na rys. 2 a. Linia przerywana reprezentuje ścieżkę wirtualnego lidera, linie ciągłe – robotów rzeczywistych ($N = 3$). Rysunki 2 b i 2 c przedstawiają przebiegi czasowe współrzędnych położenia. Wszystkie platformy mobilne osiągną współrzędne bliskie referencyjnym w czasie ok. 10 s. Na rysunku 2 d i 2 e pokazano przebiegi czasowe sygnałów sterujących. Po krótkim stanie przejściowym stabilizują się one na stałych wartościach. Wykres na rys. 2 f przedstawia przebieg czasowy sygnału „zamrażania”.

Krzysztof Kozłowski, e-mail: krzysztof.kozlowski@put.poznan.pl
Wojciech Kowalczyk, e-mail: wojciech.kowalczyk@put.poznan.pl
Politechnika Poznańska

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

Fragment pochodzi z książki: *Automatyka, robotyka i przetwarzanie informacji*, redakcja: Piotr Kulczycki, Józef Korbicz, Janusz Kacprzyk
Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020

reklama

Wybierz swoją prenumeratę na www.nis.com.pl



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 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>MULTIPROJEKT ul. Pilotów 2 E 31-462 Kraków</p>	<p>tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl</p> <p>Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.</p>
<p>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>COMPARTA Zajdel Sp. z o.o. ul. Marmurowa 7 05-077 Warszawa-Wesoła</p>	<p>e-mail: comparta@comparta.pl www.comparta.pl</p> <p>Oferuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • switche przemysłowe COMPARTA; • IDEC – PLC, HMI, bezpieczeństwo; • komputery przemysłowe ASEM; • konwertery protokołów HILSCHER; • zdalny dostęp SECOMEA – najbardziej kompletne i zaawansowane rozwiązanie umożliwia zdalny serwis, monitorowanie i zbieranie danych. <p>Zapraszamy do sklepu internetowego COMPARTA24.PL</p>
<p>Endress+Hauser Polska sp. z o.o. Wołowska 11 51-116 Wrocław</p>	<p>tel. 71 773 00 00 e-mail: info.pl@endress.com</p> <p>Endress+Hauser to światowy lider w obszarze aparatury pomiarowej, usług i rozwiązań automatyki przemysłowej. Produkujemy układy do pomiaru przepływu, poziomu, ciśnienia, temperatury, analizy cieczy i gazów oraz rejestracji danych. Optymalizujemy procesy produkcyjne pod kątem wzrostu wydajności, bezpieczeństwa i redukcji wpływu na środowisko.</p>
<p>Fatek Polska Sp. z o.o. ul. Siwka 11 31-588 Kraków</p>	<p>tel. 533 329 921 e-mail: info@fatekpolaska.pl www.fatek.pl</p> <p>Oferujemy kompleksową automatyzację maszyn. Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem sterowników PLC, paneli operatorskich HMI oraz serwonapędów firmy Fatek. Oferujemy kompleksowe wsparcie w zakresie doradztwa technicznego, doboru komponentów oraz pełnego wsparcia dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia.</p>

Automatyka przemysłowa (cd.)		
MULTIPROJEKT ul. Pilotów 2 E 31-462 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
N.B.C. Polska Sp. z o.o. ul. Złoty Potok 10/16 02-699 Warszawa	tel. 22 855 18 30 e-mail: nbc@nbc-el.pl www.nbc-el.pl	Oferujemy szeroką gamę wysokiej jakości włoskich czujników tensometrycznych, standardowych i projektowanych na zamówienie, akcesoria do czujników, torsjometry, mierniki wagowe z wieloma typami interfejsów, moduły dozujące, ograniczniki do dźwignów i suwnic z rejestratorem danych, wagi dynamometryczne.
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 sprawdzony partner w pomiarach, automatyce przemysłowej i robotyce. Działalność firmy obejmuje: prefabrykację szaf sterowniczych i rozdzielni; sprzedaż urządzeń i systemów branży AKPiA, systemy wizualizacji procesów przemysłowych; systemy monitoringu, efektywności produkcji i energii; pomiary wilgotności i tlenu w gazach; instalacje elektryczne, teletechniczne i HVAC; układy odzysku energii w procesach przemysłowych, odnawialne źródła energii; kompleksową realizację systemów detekcji pożaru w szafach sterowniczych; audyty, opracowania i ekspertyzy specjalistyczne; dostosowanie maszyn do minimalnych wymagań w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy, oznakowanie maszyn znakiem CE.
TWT AUTOMATYKA ul. Wafłowa 1 02-971 Warszawa	tel./fax 22 648 20 89 e-mail: twt@twt.com.pl www.twt.com.pl	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.
Utrzymanie ruchu		
Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. (CBiDGP) ul. Lędzińska 8 43-143 Lędziny	tel. 32 32 42 200 fax 32 32 42 205 e-mail: cbidgp@cbidgp.pl www.cbidgp.pl	<ul style="list-style-type: none"> • Badania rzeczoznawcze maszyn i urządzeń górniczych, w tym urządzeń budowy przeciwwybuchowej. • Badania zagrożeń metanowych. • Pomiary i badania maszyn i urządzeń mechanicznych i elektroenergetycznych. • Badania diagnostyczne. • Pomiary i badania środowiska pracy. • Pomiary i badania czynników środowiska naturalnego.
MULTIPROJEKT ul. Pilotów 2 E 31-462 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
WYTWÓRNIĄ SPRZĘTU ELEKTROENERGETYCZNEGO AKTYWIZACJA ul. Stadionowa 24 31-751 Kraków	tel. 12 644 08 92 e-mail: wse@aktywizacja.com.pl www.aktywizacja.com.pl	WSE Aktywizacja produkuje, prowadzi serwis i badania okresowe elektroenergetycznego sprzętu ochronnego. W ofercie: <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.

W Polsce nie ma wyspecjalizowanych zakładów recyklingu paneli fotowoltaicznych. Wkrótce zaleje nas masa takich odpadów

Boom na fotowoltaikę od kilku lat trwa w całej Europie. Szacuje się, że w Polsce do 2025 roku będzie zainstalowanych ponad 420 tys. ton paneli. Z uwagi na to, że ich średnia żywotność wynosi 20–30 lat, już wkrótce pierwsze zainstalowane systemy fotowoltaiczne stracą swoją użyteczność. W najbliższych latach do utylizacji może trafić ponad 100 tys. ton zużytych paneli. Na razie w Polsce nie ma wyspecjalizowanych zakładów, które zajmują się recyklingiem takich instalacji i pozyskiwaniem z nich cennych surowców. Polska spółka prowadzi jednak prace nad technologią, która umożliwi odzyskanie nawet 100% z nich.

– W tej chwili wszystko, co jest odpadem, traktujemy już jako problem dla środowiska. W związku z tym im więcej paneli, tym problem jest większy, a zarazem im odpad jest bardziej szkodliwy, tym też stanowi większy problem dla środowiska – zauważa w rozmowie z agencją Newseria Biznes Marcin Karbowniczek, prezes zarządu Zloop Tech SA. – Większość paneli, które będą trafiać do recyklingu, jest pozbawiona substancji szkodliwych. Jedyne problem to fakt, że po prostu zajmują bardzo dużą przestrzeń, którą można byłoby zagospodarować inaczej.

Pod względem nowych instalacji fotowoltaicznych Polska w 2021 roku znalazła się na czwartym miejscu w Europie – wynika z opublikowanego

w grudniu raportu SolarPower Europe. Łącznie w Unii Europejskiej zostało uruchomionych 25,9 GW nowych mocy fotowoltaicznych, co daje 34-proc. wzrost w porównaniu z rokiem 2020. Fotowoltaika jest najprężniej rozwijającym się rynkiem wśród odnawialnych źródeł energii, przybywa zarówno dużo elektrowni fotowoltaicznych, jak i paneli instalowanych na dachach prywatnych i publicznych obiektów. Co za tym idzie, narasta także problem z odpadami, jakimi są panele uszkodzone np. w trakcie transportu, montażu czy na skutek gwałtownych burz.

Za kilka lat dojdzie do tego również problem pierwszych zużytych paneli. Jak podkreśla ekspert, panele fotowoltaiczne są obecnie traktowane w przepisach jako odpady elektryczne i nie mogą być składowane na wysypiskach. Trzeba je przetworzyć i odzyskać z nich surowce. Dziś jednak nie ma w Polsce wyspecjalizowanych zakładów recyklingu takich instalacji.

Dziś zgodnie ze statystykami firmy wywiązują się ze swoich obowiązków. W praktyce wygląda to tak, że organizacje odzysku zbierają z rynku urządzenia o masie odpowiadającej masie paneli wprowadzanych na rynek. Ich przetwarzanie to już inna sprawa.

W zależności od generacji paneli zawartość wykorzystywanych surowców: szkła, aluminium, srebra, miedzi i krzemu może być różna. Według wyliczeń amerykańskiego Departamentu Energii około 95% sprzedawanych obecnie paneli jest

wyprodukowanych z krzemu krystalicznego, a więc ich ogniwa fotowoltaiczne wykonane są z półprzewodników krzemowych.

Odzyskane z odpadu fotowoltaicznego surowce znajdują szerokie zastosowanie, nie tylko do budowy nowych ogniw.

– Szkło mamy wszędzie. Stłuczkę szklaną można trochę rafinować, aby uzyskać nieco wyższą cenę i lepsze parametry. Aluminium obecne jest we wszelkiego rodzaju przemyśle. Jesteśmy nim otoczeni, chociażby oknami z ram aluminiowych. Miedź też jest powszechnie używanym pierwiastkiem we wszelkiego rodzaju elektronice czy do wytwarzania rynien ozdobnych. Krzem jest stosowany w metalurgii albo, ten o wyższej czystości, do procesów półprzewodnikowych, m.in. do budowy nowych ogniw fotowoltaicznych – wyjaśnia Marcin Karbowniczek.

Zloop Tech prowadzi własne badania nad technologiami odzyskiwania surowców z paneli. Spółka złożyła już jeden wniosek patentowy dotyczący sposobu recyklingu krzemowych paneli fotowoltaicznych monokrystalicznych lub polikrystalicznych, ale zapowiada kolejne. Równolegle wdraża także we współpracy z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie technologię pozwalającą na odzysk blisko 99 proc. surowców z paneli fotowoltaicznych. Jak podkreślają przedstawiciele AGH, dziś najbardziej zaawansowani pod tym względem są Francuzi, którzy odzyskują 95 proc. surowców.

www.biznes.newseria.pl

reklama



Preferujesz internet?

Wypromuj się na www.nis.com.pl



Jerzy Winczek, Przemysław Postawa,
Marek Gućwa (red.)
Innowacje w technologii i automatyzacji
Wydawnictwo: Politechnika Częstochowska
Rok wydania: 2021

W monografii zawarto aktualne wyniki prac badawczych realizowanych w Katedrze Technologii i Automatyzacji Politechniki Częstochowskiej. Strukturę publikacji tworzą grupy prac dotyczących zainteresowań naukowych poszczególnych zespołów naukowych: przetwórstwa polimerów, bioinżynierii, automatyzacji produkcji i technologii oraz spawalnictwa.

Pierwszą część książki stanowią rozdziały poświęcone materiałom polimerowym i zagadnieniom związanym z tą dynamicznie rozwijającą się grupą materiałów. Opisano nie tylko zagadnienia technologiczne czy konstrukcyjne narzędzi do przetwórstwa, ale również problemy użytkowania materiałów polimerowych i ich starzenia w różnych warunkach. Część prac dotyczy technologicznych i przetwórczych aspektów przetwarzania tworzyw oraz zastosowania symulacji numerycznych w projektowaniu narzędzi oraz analizie przepływu tworzyw. Zamieszczone rozdziały prezentują również prace dotyczące zachowania się implantów stosowanych w medycynie, a wykonanych z tworzyw sztucznych. Kilka rozdziałów przedstawia także bardzo dynamicznie rozwijającą się metodę wytwarzania elementów z tworzyw z wykorzystaniem druku 3D. Opisano badania nad konstrukcją i testowaniem narzędzi do wytwarzania prostych elementów rozdmuchowych w formach drukowanych z filamentów oraz omówiono obszary zastosowania tej metody w różnych dziedzinach przemysłu.

Kształtowanie i badanie jakości powierzchni metalowych obrabianych metodami mechanicznymi (obróbką skrawaniem, nagniataniem) jest przedmiotem rozważań w kolejnej części monografii.

W części monografii dotyczącej zagadnień spawalniczych zawarto rozważania dotyczące analizowania zjawisk zachodzących w przestrzeni międzyelektrodowej w jednej z odmian metody MIG/MAG, efektów oddziaływania łuku spawalniczego na materiał spawany, ilości ciepła doprowadzanego do złącza, analizy technik cięcia laserowego stosowanych w warunkach przemysłowych z uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań realizowanych w warunkach zautomatyzowanych linii produkcyjnych i oceny jakości powierzchni po cięciu laserowym blach stalowych o różnej grubości na podstawie badań wizualnych, makro- i mikroskopowych zglądów i pomiarów twardości.

Monografię zamykają dwa rozdziały dotyczące problematyki dydaktycznej, a mianowicie zastosowania aplikacji bazodanowych w laboratorium metrologicznym i modelu ewaluacji kursów online prowadzonych w Politechnice Częstochowskiej.



Łukasz Korus
Analiza danych w systemach Internetu Rzeczy
Wydawnictwo: EXIT
Rok wydania: 2021

Niniejsza książka stanowi pracę zbiorową i zawiera wyniki badań uzyskanych w Pracowni Automatyki, Modelowania i Mechatroniki, Katedry Automatyki, Mechatroniki i Systemów Sterowania, Politechniki Wrocławskiej. Tematyka tych badań leży w zakresie kompetencji Autorów i dotyczy systemów IoT, przetwarzania danych z czujników inercyjnych, analizy danych w systemach inteligentnych budynków oraz analizy danych pod kątem zachowań chaotycznych, przy wykorzystaniu pewnych aspektów teorii informacji.

Książka składa się z czterech rozdziałów, przygotowanych przez czterech Autorów.



Cezary Mik, Łukasz Kućaga (red.)
Przestrzeń cyfrowa. Nowe wyzwania dla prawa międzynarodowego i prawa Unii Europejskiej
Wydawnictwo: UKSW
Rok wydania: 2021

Przedmiotem tego opracowania jest ustalenie wpływu, jaki technologie informacyjno-komunikacyjne i przestrzeń cyfrowa wywierają na wspólnotę międzynarodową i prawo międzynarodowe. To postrzeganie następstw łącznie dla wspólnoty międzynarodowej i prawa międzynarodowego wynika nie tylko z tego, że wspólnota międzynarodowa wytwarza prawo międzynarodowe, ale także z tego, że jest jego środowiskiem działania. Między nią a prawem międzynarodowym dochodzi do nieustannych dwukierunkowych interakcji. Byt (wspólnota międzynarodowa) i powinność (prawo międzynarodowe) wzajemnie się przenikają i oddziałują na siebie.

TEMATYKA

napędy i sterowanie miesięcznik naukowo-techniczny

Nr 4 (276)
Rok XXIV
Kwiecień 2022

- **Bezpieczeństwo w przemyśle**
- **Automatyzacja procesów technologicznych**
- Techniki pakowania i opakowań, systemy ważące i dozujące
- Systemy znakujące, RFID i kontroli w przemyśle
- Hydraulika w technice mobilnej
- Sterowanie procesami
- Efektywność energetyczna
- Systemy transportowe
- Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych
- Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji
- Przesył energii
- Cyberbezpieczeństwo



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

1/2022 (273)

2/2022 (274)

3/2022 (275)

4/2022 (276)

5/2022 (277)

6/2022 (278)

7-8/2022 (279-280)

9/2022 (281)

10/2022 (282)

11/2022 (283)

12/2022 (284)

PRENUMERATA

Prenumeratę miesięcznika „Napędy i Sterowanie” można rozpocząć w dowolnym momencie. Cena prenumeraty pozostaje bez zmian, niezależnie od zmiany stawki VAT na czasopismo. Faktura za prenumeratę zostanie przesłana wraz z pierwszym zamówionym egzemplarzem. Koszty przesyłki pokrywa Wydawnictwo. Studenci oraz uczniowie mogą skorzystać z 50-proc. zniżki, przesyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 237,60 zł (w tym 8% VAT).

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel. 502 132 515.

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

- druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej, www.nis.com.pl/nis/prenumerata;
- 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.

napędy miesięcznik naukowo-techniczny **i sterowanie**

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



Stawiasz na rozwój?

Zapraszamy do współpracy

Pomożemy Ci:

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

www.nis.com.pl

NOARK

DEFINITION OF RELIABILITY



ŁADOWARKI NAŚCIENNE I KABLOWE

DO SAMOCHODÓW ELEKTRYCZNYCH
I HYBRYD TYPU PLUG-IN



GWARANCJI



NOARK

www.noark-electric.pl