

WAŻENIE DOZOWANIE PAKOWANIE

**kwartalnik
techniczno-
informacyjny**

Nr 3 (83) Rok XXI
Lipiec – Sierpień – Wrzesień
2021 r.
ISSN 1732-2340
Indeks 374199
Cena 9,72 zł (w tym 8% VAT)

systemy ważące • systemy pakujące • systemy znakowania i etykietowania • automatyka przemysłowa • robotyka • opakowania

transaco

strapex

Maszyny automatyczne STRAPEX ze stali nierdzewnej



SWISS  MADE

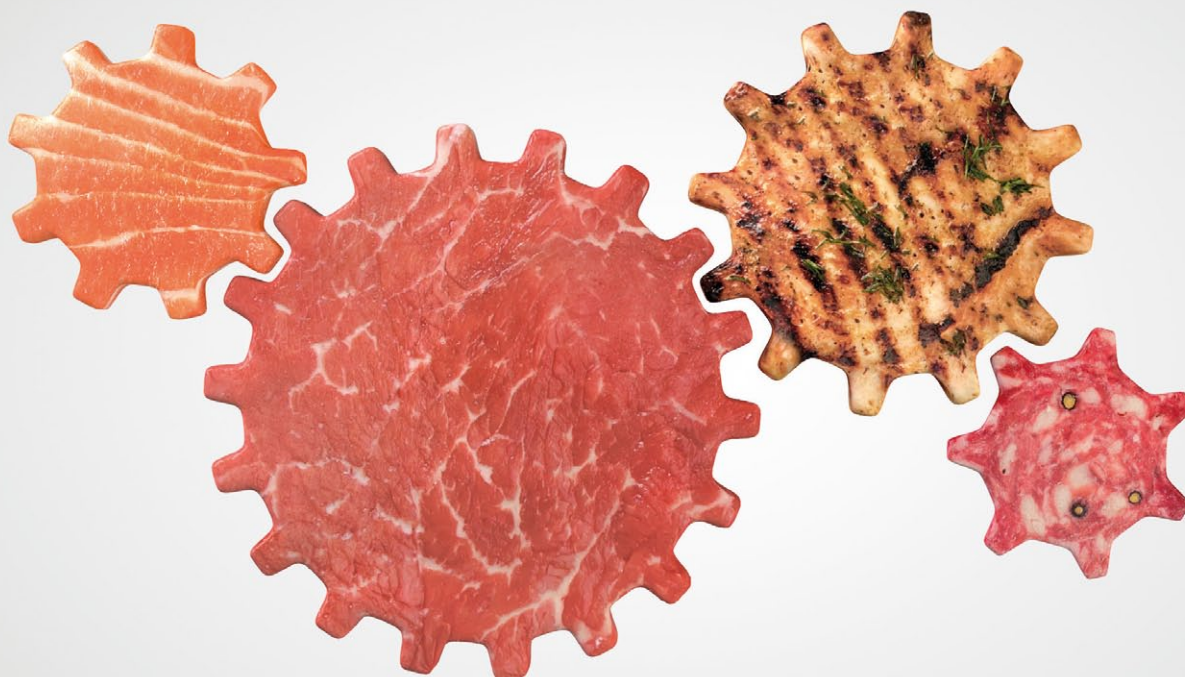


SMG 65i / SMG 65iS



SMG 75i / SMG 75iS

www.transaco.pl



Sprytniej, szybciej, razem.



Nasza technologia należy do wiodących w branży. Obsługuje produkty mięsne, drób, ryby i owoce morza. Są to m.in. produkty świeże, lepkie, powlekane i marynowane. Nasza specjalistyczna wiedza obejmuje każdy etap procesu produkcyjnego. Od naważenia, sortowania, zgrzewania tacek po kontrolę X-Ray oraz automatyzację cyklu pakowania.

Sprytniej, szybciej, razem

► **Zacznij działać - odwiedź ishidaeurope.pl**

KPZ WAGI PRZEMYSŁOWE

– niedrogie solidne i trwałe!



Widły ważące KPZ 76FD

Możliwość połączenia systemu ważącego z panelem sterującym za pomocą funkcji Bluetooth, wykonanie akumulatorowe, kompaktowe baterie litowo-jonowe, duża dokładność pomiaru, łatwość obsługi.

Ponadto KPZ 76FD posiada duże czytelne klawisze obsługi panelu sterującego, co zdecydowanie usprawnia odczyt pomiaru w każdych warunkach.

Więcej na stronie 16.



Europejski producent

Klaus-Peter Zander Sp. z o.o.

Paproć 132 A, 64-300 Nowy Tomyśl

www.kpzwagi.pl

Dział handlowy: tel. 61 44 21 189, 61 44 26 590, 697 221 100, e-mail: info@kpzwagi.pl

Dział serwisu: tel. 61 44 26 591, 531 841 534, e-mail: info@kpzwagi.pl

Dział części: tel. 61 44 26 594, 534 078 013, e-mail: info@kpzwagi.pl

WAŻENIE DOZOWANIE PAKOWANIE

**kwartalnik
techniczno-
-informacyjny**

Nr 4 (84) Rok XXI
Październik – Listopad – Grudzień
2021 r.
ISSN 1732-2340
Indeks 374199
Cena 9,72 zł (w tym 8% VAT)

systemy ważące • systemy pakujące • systemy znakowania i etykietowania • automatyka przemysłowa • robotyka • opakowania

ZAPRASZAMY DO PROMOCJI
W NUMERZE **4/2021**
WYDANIU DEDYKOWANYM
TARGOM **AUTOMATICON**

**Adres redakcji:**

ul. Środkowa 5
47-400 Racibórz
tel. 32 755 18 47
e-mail: redakcja.wdp@drukart.pl
www.wdp.com.pl

Redaguje Zespół:

- Agnieszka Gutowska,
- Katarzyna Zając,
- Ryszard Klencz

Redaktor wydania:

Agnieszka Gutowska
tel. 32 755 18 47
e-mail: redakcja.wdp@drukart.pl

Redakcja techniczna:

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

Dział prenumerat:

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

Marketing:

Patrycja Hoszycka
tel. 32 755 24 55
e-mail: marketing7@drukart.pl

Podstawowa korekta tekstu:

Marta Chamów

Rada Programowa:

- prof. dr hab. inż. Stanisław Tkaczyk
– Przewodniczący Rady,
- dr inż. Stanisław Kwaśniowski,
- dr inż. Jacek Majewski,
- mgr inż. Zbigniew Połomski,
- dr inż. Paweł Zając,
- dr Maria Zybura

Wydawca: Wydawnictwo „Druk-Art” SC

Skład: Wydawnictwo „Druk-Art” SC

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów niezamówionych.

Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiustacji tekstów.

Przedrukowywanie materiałów lub ich części tylko za zgodą pisemną redakcji.

Drodzy Państwo

Czysty zysk czy potencjał?

Czy liczy się dla nas sam wynik podjętych działań czy też bardziej możliwości i konsekwencje, jakie ze sobą niosą?

Czy przedsiębiorca decydujący się na automatyzację swojej produkcji liczy na szybki zwrot inwestycji, czy jednak stawia na konkurencyjność produktu wynikającą ze zwiększonych możliwości, jakie daje zautomatyzowany proces produkcyjny? Co jest naszym priorytetem? Czy samo utrzymanie się na powierzchni, czy jednak chęć wzbicia się ponad przeciętność, utrzymanie kunsztu i nadążanie za szukającym nowych rozwiązań klientem?

Rosnące ceny surowców mocno niepokoją. Nawet pomimo faktu, iż branża opakowań wydaje się – ostatnio bardziej niż kiedykolwiek – co najmniej niezatapialna, a na pewno dość odporna na kryzys.

Według danych GUS w ubiegłym roku nastąpił ok. 40-proc. wzrost sprzedaży internetowej. E-commerce rośnie w siłę i szacuje się, iż wciąż rosnąca wartość biznesu w sieci osiągnie w tym roku wartość nawet 630 mld zł.

Podążanie za trendami wśród konsumentów wydaje się mieć tutaj niezwykle duże znaczenie, gdyż od niego po części zależy los całej branży. Silny trend poszukiwania rozwiązań proekologicznych w kwestii opakowania jest mocno wyczuwalny. Opakowania z tworzyw sztucznych ustępują tym z papieru czy kartonu, wprowadza się biotworzywa, recyklat czy opakowania wielorazowego użytku.

Za zmianą materiału i funkcji opakowania podąża nierozzerwalnie konieczność dostosowania rozwiązań technicznych parku maszynowego, który odpowiada za sam proces opakowania naszego produktu. Pojawia się potrzeba dostosowania maszyn do wymagań nowoczesnych materiałów, wiele z nich jest bowiem trudniejszych w obróbce w pracy i stawiających więcej wyzwań niż odporne tworzywa sztuczne.

Kiedy ma się do wykonania instalację do pracy z produktem niestandardowym, czy też produktem rządzącym się prawami regionalnego, cały proces obciążony jest dodatkowymi, rygorystycznymi wymogami.

Rozwiązania stają się bardziej mobilne, wydajne, precyzyjne, wygodne – gotowe zmieniać się wraz z szybko rozwijającym się rynkiem.

Zapraszam więc do lektury tego wydania, które – mam nadzieję – odpowie choć na niektóre z postawionych wyżej pytań, zainspiruje Państwa do działania i zapoczątkuje zmiany na lepsze.

Pozdrawiam serdecznie
Agnieszka Gutowska



CO W NUMERZE



Str. 12

Innowacyjny c.561B / a.560B. Akumulatorowy zszywacz do zamykania kartonów



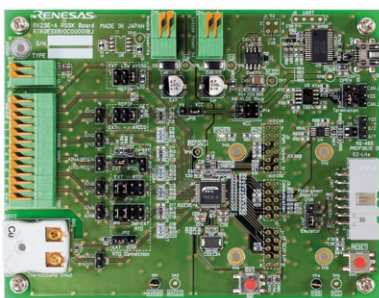
Str. 16

Najnowszy system wagowy od KPZ Wageen. Widły ważące KPZ 76FD



Str. 18

Dzięki inwestycji w wagę kontrolną Ishida i system naważania zakłady ZPC Otmuchów powiększyły moce produkcyjne i poprawiły kontrolę jakości. Produkcja słodkości



Str. 22

Analogowe mikrokontrolery front-end RX23E-A firmy Renesas do precyzyjnego wykrywania i zastosowań pomiarowych

- 8 Nowości techniczne
- 94 Zestawienie wybranych firm działających w branży
- 102 Biblioteka

Temat z okładki

- 12 Innowacyjny c.561B / a.560B. Akumulatorowy zszywacz do zamykania kartonów – TRANSACO Sp. z o.o. Sp. k.
- 14 Rozwiązania dopasowane do potrzeb klienta. Maszyny automatyczne STRAPEX ze stali nierdzewnej – TRANSACO Sp. z o.o. Sp. k.
- 16 Najnowszy system wagowy od KPZ Wageen. Widły ważące KPZ 76FD – Klaus-Peter Zander Sp. z o.o.
- 18 Dzięki inwestycji w wagę kontrolną Ishida i system naważania zakłady ZPC Otmuchów powiększyły moce produkcyjne i poprawiły kontrolę jakości. Produkcja słodkości – Ishida, Fenix Systems Sp. z o.o.
- 22 Analogowe mikrokontrolery front-end RX23E-A firmy Renesas do precyzyjnego wykrywania i zastosowań pomiarowych – RS Components Sp. z o.o.
- 23 Teraz dostępny jest raport niezakończonych połączeń i wybór siatki w obszarze pokrytym miedzią. RS Components dodaje nowe funkcje i poprawia interfejs użytkownika w bezpłatnym oprogramowaniu DesignSpark PCB w wersji 9 – RS Components Sp. z o.o.
- 24 Nowa seria DPI 705E zapewnia dokładne i niezawodne monitorowanie ciśnienia i temperatury w środowiskach przemysłowych. RS Components oferuje szereg ulepszonych wskaźników ciśnienia i temperatury firmy Druck – RS Components Sp. z o.o.
- 25 Wstępnie zmontowane sygnalizatory kaskadowe LED RS PRO zapewniają szybką i ekonomiczną sygnalizację stanu sprzętu. RS Components prezentuje modułowe wieże sygnalizacyjne LED – RS Components Sp. z o.o.

Techniczne rozwiązania

- 11 Daj się znaleźć! Specjalna seria elementów poddających się detekcji VD i MD – Eles+Ganter Polska Sp. z o.o.
- 26 Dokładne przewidywanie trwałości eksploatacyjnej silownika – LINAK Danmark A/S (Spółka Akcyjna)
- 27 Przetworniki FIT7A wykorzystywane przy kontroli masy produktów spożywczych – HBM, Biuro Inżynierskie Maciej Zajączkowski
- 28 Krótszy czas postoju dzięki łatwym w czyszczeniu wagom kontrolnym METTLER-TOLEDO ze zintegrowanym detektorem metalu – Mettler-Toledo Sp. z o.o.
- 30 Technologia próżniowa umożliwia optymalne chłodzenie szczepionek przeciw koronawirusowi – Busch Polska Sp. z o.o.
- 31 UTILCELL. SWIFT to bardzo szybki miernik-konwerter wagowy – Utilcell, s.r.o.
- 31 Silniki dla przemysłu spożywczego Grupy Cantoni – Fabryka Silników Elektrycznych BESEL SA, Grupa Cantoni
- 32 Firma Busch zaprezentuje najnowsze rozwiązania próżniowe do odgazowywania ekstrudera na Targach PLASTPOL 2021 – Busch Polska Sp. z o.o.
- 33 Przepływomierz masy CO FLOW działający na zasadzie Coriolisa – Jesma Sp. z o.o.
- 33 MP240 – monitoring i wizualizacja – SEM
- 34 Nazwa sekcji: Project Business. Projektowanie i wdrażanie rozwiązań pod klucz – Bosch Rexroth Sp. z o.o.

- 37 **MOSCA – kompleksowe rozwiązania z zakresu pakowania końcowego**
– MOSCA DIRECT POLAND Sp. z o.o.
- 38 **Dozowniki HETHON – precyzyjne podawanie proszków, granulatów, barwników, ziaren**
– BRINPOL Przedsiębiorstwo Handlowo-Uługowe, Jarosław Brinken
- 40 **Maksymalna przyjazność dla użytkownika na minimalnej przestrzeni. Minebea Intec wprowadza na rynek automatyczny system ważąco-etykietujący** – Minebea Intec Poland Sp. z o.o.
- 42 **Higieniczna ochrona kabli w procesie produkcyjnym żywności** – ASTE Sp. z o.o.
- 43 **Koryta Mini Mesh – dla małej ilości przewodów** – ASTE Sp. z o.o.
- 44 **Waga porcjująca FAWAG – bo precyzja to podstawa** – Lubelskie Fabryki Wag FAWAG S.A.
- 47 **Linie technologiczne w przemyśle spożywczym**
– P.W. Drewmax Tadeusz Sąsiadek i Wspólnicy Sp. J.
- 48 **Nowoczesne rozwiązania w liniach do pakowania. Maszyny BEM410 i TCM100 już dostępne**
– Blumenbecker Engineering Polska Sp. z o.o.
- 51 **Rozwój technologii Crypto QR w zabezpieczaniu produktów i usług** – VERIORI S.A.

**Str. 28**

Krótszy czas postoju dzięki łatwym w czyszczeniu wagom kontrolnym METTLER-TOLEDO ze zintegrowanym detektorem metalu

**Str. 34**

Nazwa sekcji: Project Business. Projektowanie i wdrażanie rozwiązań pod klucz

**Str. 42**

Higieniczna ochrona kabli w procesie produkcyjnym żywności

Wiedza i nauka

- 52 **Zalety technologii pneumatycznej w procesie przetwórstwa mleka**
– A. Patel, Fluid Control & Pneumatics, Food & Beverage, Emerson
- 55 **Bony na cyfryzację – nowy program dla firm** – Anna Szymczak, MS-Consulting
- 56 **Diagnostyka online procesów przemysłowych dużej skali** – J.M. Kościelny
- 67 **Magazyn wyrobów gotowych** – B. Gładysz, M. Grabia, K. Santarek
- 70 **Toksyny mikrobiologiczne w żywności: znaczenie *Escherichia coli*** – G. Caruso, A. Santi Delia, G. Caruso, S. Parisi, P. Lagana
- 80 **Diagnostyka drganiowa maszyn i zespołów maszynowych. Cz. 2** – S. Szymaniec, M. Kacperak
- 88 **Wykorzystanie standardów GS1 w obszarze działalności operatorów fulfilment. Fulfilment w e-commerce** – Instytut Logistyki i Magazynowania na zlecenie GS1 Polska pod merytoryczną opieką dr. hab. Arkadiusza Kawy
- 91 **Rodzaje gniazd montażowych** – W. Kaczmarek, J. Panasiuk

Indeks reklam

▷ ASTE Sp. z o.o.	43	▷ Ishida	2, 9	▷ RADWAG Wagi Elektroniczne	105
▷ Biuro Inżynierskie Maciej Zajączkowski	8, 27	▷ Jesma Sp. z o.o.	33	▷ robotyka.pl	85
▷ Blumenbecker Engineering Polska Sp. z o.o.	48	▷ Klaus-Peter Zander Sp. z o.o.	3	▷ RS Components Sp. z o.o.	106
▷ Bosch Rexroth Sp. z o.o.	35	▷ LINAK Danmark	26	▷ SEM	9, 33
▷ Busch Polska Sp. z o.o.	8, 30, 32	▷ Mettler-Toledo Sp. z o.o.	29	▷ Targi Kielce	87
▷ Drewmax	47	▷ Minebea Intec Poland Sp. z o.o.	41	▷ TRANSACO Sp. z o.o. Sp. k.	1
▷ Eles+Ganter Polska Sp. z o.o.	9, 11	▷ MOSCA DIRECT POLAND Sp. z o.o.	37	▷ tworzywa.org	54
▷ FAWAG S.A.	45	▷ MS-Consulting	55	▷ UTILCELL	8, 31
▷ Grupa Cantoni	31	▷ opakowania.biz	67	▷ VERIORI S.A.	10, 51
		▷ Przedsiębiorstwo Handlowo-Uługowe BRINPOL Jarosław Brinken	39	▷ zrobotyzowany.pl	89

NOWOŚCI TECHNICZNE

Nowy cyfrowy czujnik M190iD

UTILCELL przedstawia nowy inteligentny cyfrowy czujnik powstały na bazie popularnego modelu M190i. Wykonany ze stali nierdzewnej, hermetycznie spawany.

Programowalna rozdzielczość do miliona działek. Posiada zintegrowane oprogramowanie układowe z wybieralnymi filtrami cyfrowymi oraz 1600 odczytów na sekundę.



UTILCELL, s.r.o.
www.utilcell.pl

MINK MV 0310 B – suche kłowe pompy próżniowe

Suche kłowe pompy próżniowe i sprężarki MINK są wynikiem nieustannego rozwoju technologii kłowej. Wieloletnie doświadczenie w niezliczonych zastosowaniach zaowocowało wprowadzeniem znaczących ulepszeń.

Dzięki innowacyjnej konstrukcji technologia kłowa MINK łączy wydajność, niezawodność i efektywność. Może być stosowana do wytwarzania próżni i sprężonego powietrza.

Sucha i bezstykowa zasada działania zapewnia korzyść w postaci niemal bezobsługowej eksploatacji.

Pompy próżniowe i sprężarki MINK doskonale nadają się do zastosowań przemysłowych, w których kluczowe znaczenie mają stała próżnia lub nadciśnienie i bezolejowe działanie.



Zasada działania

Kłowe pompy próżniowe i sprężarki MINK są wyposażone w dwa wirniki w kształcie kła. Wirniki zamontowane w obudowie poruszają się w przeciwnych kierunkach. Kształt wirników kłowych umożliwia wyciąganie, sprężanie i usuwanie przepompowywanego medium.

Minimalny prześwit między wirnikami i obudową komory optymalizuje wewnętrzną szczelność oraz wewnętrzne uszczelnienie. Dzięki temu nie ma konieczności stosowania smarów ani płynów eksploatacyjnych w komorze sprężania.

Pompy próżniowe i sprężarki MINK są napędzane przez silnik zamontowany bezpośrednio na kołnierzu. Synchronizująca skrzynia przekładniowa zapewnia precyzyjną synchronizację wirników.

Busch Polska Sp. z o.o.
www.buschvacuum.com

WTX110-D

Ten solidny dodatek do portfolio terminali wagowych WTX firmy może być używany w najtrudniejszych warunkach dzięki obudowie ze stali nierdzewnej i stopniu ochrony IP69K, co czyni go odpornym na wilgoć, kurz i środki czyszczące.

Idealnie nadaje się do zastosowań w wagach samochodowych i silosowych, a także może być stosowany w obszarach, w których obowiązują surowe wymagania higieniczne, na przykład w przemyśle spożywczym, chemicznym i farmaceutycznym.

WTX110-D umożliwia użytkownikom podłączenie do 32 cyfrowych czujników tensometrycznych i ma możliwość montażu na biurku lub w panelu. Dzięki kolorowemu wyświetlaczowi o przekątnej 4,3 cala z praktycznym sterowaniem za pomocą przycisków programowych oraz możliwości konfiguracji i sterowania za pośrednictwem interfejsu internetowego lub aplikacji mobilnej wszystkie terminale WTX są znacznie łatwiejsze w obsłudze na miejscu niż większość konwencjonalnych mierników wagowych. Jako część serii WTX marki HBM, WTX110-D można łączyć z cyfrowymi czujnikami tensometrycznymi firmy, aby zapewnić użytkownikom kompletne rozwiązanie ważenia, które jest certyfikowane zgodnie z wymaganiami dla aplikacji legalizowanych. Ponadto przy użyciu cyfrowych przetworników wagi korzystamy z większej trwałości i niezawodności takiego rozwiązania w stosunku do rozwiązań bazujących na czujnikach analogowych.



Biurowie Inżynierskie Maciej Zajczkowski
www.hbm.com.pl

reklama

Tematyka numeru
4/2021



- automatyzacja i linie technologiczne w przemyśle;
- sterowanie produkcją;
- systemy pakujące;
- opakowania zbiorcze, paletyzacja w przemyśle rozlewniczym i spożywczym;
- recykling opakowań, zarządzanie odpadami w procesie produkcji;
- logistyka produkcji;
- wizualizacja procesów produkcyjnych

NOWOŚCI TECHNICZNE

Miernik programowalny z bargrafem – LIN-260

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



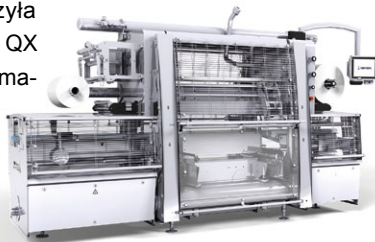
Producent: SEM
www.sem.pl

Ishida zaprezentowała nowy Traysealer: bardziej wydajny, bardziej eko

Ishida Europe rozszerzyła swoją ofertę traysealerów serii QX Flex. Nowy model spełnia wymagania rynku dla kompaktowego, wysokowydajnego modelu, maksymalizującego wskaźniki linii produkcyjnych o średniej i dużej przepustowości. W praktyce oznacza to wydłużenie okresu przydatności do spożycia, a tym samym mniej marnowania żywności.

Stworzony przez Ishida QX-900 Flex działa z prędkością do 15 cykli na minutę, zapewniając maksymalną wydajność 105 opakowań na minutę. Traysealer jest w stanie zarówno zgrzewać tace, jak i pakować w zmodyfikowanej atmosferze MAP. Może obsługiwać szeroką gamę materiałów i formatów, w tym tacki wykonane z recyklingowanej lub odnawialnej tektury i monoplastików oraz najnowsze warianty opakowań *skinpack* i *skin on board*.

Dzięki kompaktowej konstrukcji QX-900 sprawdzi się zarówno jako samodzielna maszyna, jak i jako część w pełni zintegrowanej



linii pakującej, z podajnikiem tacek do czterech systemów napełniania. Wszystkim można łatwo sterować za pośrednictwem panelu kontrolnego (RCU).

Traysealer może być wyposażony w drukarkę do obsługi kodów partii, kodów kreskowych, dat produkcji i przydatności do spożycia oraz informacji o cenach.

Pozostałe ulepszenia to przyjazny dla użytkownika układ wymiany folii, a dodatkowo centralny punkt mocowania panelu sterowania umożliwia przeglądanie procesu wymiany i obsługę z obu stron maszyny.

QX-900 zachował wszystkie zalety serii traysealerów Ishida Flex. W systemie RCU można zapisać 99 indywidualnych ustawień produktu, pozwalających na szybką konfigurację, wraz z kontrolą poziomu podciśnienia i gazu dla tacek pakowanych w technologii MAP. Trwała i higieniczna konstrukcja maszyny umożliwia pełne mycie, a inteligentny system pasów pozwala na ich szybkie i łatwe zdejmowanie w celu wymiany i czyszczenia.

Ishida Europe Ltd
www.ishidaeurope.com

Elementy pozycjonujące GN 355.2

Elesa+Ganter, światowy lider w produkcji standardowych elementów maszyn, przedstawia elementy pozycjonujące GN 355.2. Umożliwiają one mocowanie, regulację i zablokowanie położenia elementu w żądanej pozycji.



Precyzyjne ustawienie i poziomowanie maszyn lub ich części jest często kluczowym parametrem wymaganym dla ich prawidłowego działania. Jest też ono istotne dla uzyskania optymalnej wydajności i żywotności całego układu.

Wszystkie komponenty w nowej serii elementów pozycjonujących GN 355.2 zostały wykonane ze stali nierdzewnej, dzięki czemu mogą być zastosowane zarówno w aplikacjach standardowych budowy maszyn w hali, jak i w środowiskach zagrożonych korozją.

Elementy pozycjonujące serii GN 355.2 zostały zaprojektowane do wszelkiego typu maszyn i urządzeń, gdzie istotną kwestią jest uzyskanie odpowiedniego stopnia względnego położenia współpracujących części, jak również do aplikacji, gdzie dostęp do miejsc montażu jest utrudniony.

Przykłady aplikacji to urządzenia montażowe, szczególnie dla mniejszych elementów, jak części elektroniki, aparatury medycznej. Mogą być to również takie urządzenia, jak głowice etykietujące lub drukujące.

Elesa+Ganter Polska
www.elesa-ganter.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

Veriori Authentication System (VAS)

Rozwiązanie nagrodzone dwoma złotymi medalami za innowacyjność na Międzynarodowych Targach Wynalazczości Concours Lepine 2019 we Francji.

System, który dzięki wykorzystaniu najnowocześniejszych technologii oraz zaawansowanych mechanizmów kryptograficznych oprócz tego, że zabezpiecza, wspiera również markę i produkt w całym cyklu ich życia rynkowego. Opiera się on na zastosowaniu Veriori Crypto QR, czyli unikatowego identyfikatora dla każdego egzemplarza produktu, opartego o dobrze znany kod QR, który w odróżnieniu od tradycyjnych kodów posiada dodatkową informację zaszyfowaną w sposób uniemożliwiający podrobienie.

Produkty oznaczane są specjalnymi kodami QR lub Data Matrix, albo elektronicznymi etykietami NFC, które umożliwiają



identyfikowanie oraz przechowywanie informacji na temat konkretnego egzemplarza lub serii produktów. Każdy egzemplarz uzyskuje indywidualną, unikatową tożsamość. System może zostać dostosowany do każdej branży, zintegrowany z dowolnym systemem produkcyjnym albo działać jako rozwiązanie *stand-alone*.

Kod jest także wyposażony w funkcje dynamicznych przekierowań (pozwalających na dokonywanie zmian "działania" kodu w dowolnym momencie, np. aktualizacji zasad promocji czy podmianie informacji, wyświetlanych za pomocą dedykowanej aplikacji) oraz zaawansowaną analitykę pozwalającą na wykorzystywanie takich danych, jak aktualna lokalizacja oznaczonego egzemplarza produktu, termin zakupu produktu, danych konsumenta. Rozwiązanie umożliwia również przekazywanie spersonalizowanych treści do konsumenta poprzez dedykowaną aplikację.

VERIORI S.A.

<https://vas.veriori.com>

reklama

Darmowa e-prenumerata!

www.wdp.com.pl

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**
kwartalnik techniczno-informacyjny

Daj się znaleźć!

Specjalna seria elementów poddających się detekcji VD i MD

Elementy maszyn pozwalające na łatwą detekcję przez systemy bezpieczeństwa są szczególnie cenione w branży spożywczej i farmaceutycznej. Specjalnie pod kątem tych sektorów stworzyliśmy dwie serie produktów, które są łatwo wykrywalne przez systemy wizyjne lub wykrywacze metali. Pozwala to na kompleksową ochronę produktów spożywczych i farmaceutycznych przed dostaniem się do nich niepowołanych części maszyn.

Funkcjonalnie i bezpiecznie

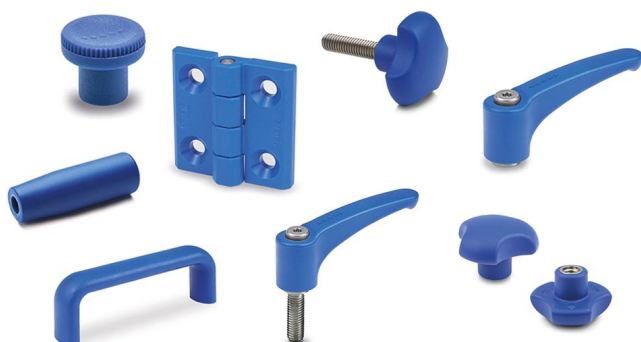
Obcowanie z żywnością wymaga stosowania komponentów, które w kontakcie z nią będą całkowicie obojętne. Oznacza to, że nie mogą one wpływać na smak, zapach, barwę lub konsystencję. Nie może również dojść do migracji cząsteczek tworzywa do żywności w sposób niekontrolowany i szkodliwy dla zdrowia i życia ludzi. Materiał stosowany w elementach z serii VD i MD posiada certyfikat zgodny z dyrektywą UE 10/2011 oraz FDA CFR.21 i nie wchodzi w reakcje chemiczne ze związkami występującymi w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym.

Operatorzy na hali produkcyjnej są ostatnim ogniwem, który może popełnić błąd w całym procesie. To od nich zależy końcowa jakość wyrobów.

Produkty wykrywalne wizualnie – seria VD

Produkty serii wykrywalnej wizualnie (*Visually Detectable* – VD) są wykonywane metodą wtryskiwania i cechują się jednolitym kolorem RAL 5005 w całym swoim przekroju. Nie ma zatem obawy, że uszkodzenie komponentu miałoby wpływ na jego kolor, który oznaczany jest jako niebieski sygnałowy (*Signal Blue*) i jest wysoce kontrastowy. Dzięki temu bardzo łatwo rzuca się w oczy oraz – co ważne – nie występuje naturalnie w przyrodzie.

Ta cecha pozwala wykorzystać czujniki kontrastu, które wykazują się wysoką czułością i wychwytyją nawet niewielkie



Linia produktów wykrywalnych wizualnie (VD)

różnice w odcieniach tła. Można wykorzystać je do monitorowania zawartości półproduktów oraz gotowych wyrobów. Stosowanie takiej formy zabezpieczenia znacząco zmniejsza ryzyko błędów, a jeżeli nie będzie to wystarczające, pozostaje kolejna, bardziej zaawansowana seria produktów. Są to komponenty widoczne dla wykrywaczy metali.



Linia produktów widocznych dla wykrywaczy metali

Produkty widoczne dla wykrywaczy metali – seria MD

Serię komponentów widocznych dla wykrywaczy metali (*Metal Detectable* – MD) można pozycjonować o krok wyżej od opisywanej wcześniej serii VD pod względem bezpieczeństwa. Odnacza się ona, oprócz charakterystycznego koloru z palety RAL 5001, obecnością materiału metalowego wewnątrz tworzywa. Dzięki technologii wtryskiwania możemy tak skomponować materiał wsadowy do wtryskarki, aby w gotowym wyrobie otrzymać dokładnie takie parametry, jakich potrzebujemy.

Seria komponentów widocznych dla wykrywaczy metali umożliwia odnalezienie uszkodzonych części komponentów w innych mediach. Sprawdziliśmy, że w zależności od rodzaju medium (gęstości, rodzaju itp.), w jakim znajdują się części naszych detali, można odnaleźć kawałki o wielkości odpowiadającej wymiarom sześcienu o boku długości od 5 mm. Pozwala to na wykrywanie rozdrobnionych części naszych komponentów w bardzo gęstych i niemieszających się mediach, zamkniętych w nieprzezroczystych pojemnikach.

Systemy bezpieczeństwa wykorzystujące detekcję metali będą dobrze współpracować z komponentami serii MD. Wysoka odporność na warunki zewnętrzne, wtopki ze stali nierdzewnej, możliwość działania w szerokim zakresie temperatur oraz odporność na uszkodzenia mechaniczne to dodatkowe atuty.

Innowacyjny c.561B / a.560B

Akumulatorowy zszywacz do zamykania kartonów

Zszywacz akumulatorowy c.561B jest ergonomiczny, łatwy i ekonomiczny w użyciu. Zastosowanie technologii silnika bezszczotkowego zapewnia prędkość, której potrzebujesz, dzięki czemu zamknięcie kartonu osiągnie wyższy poziom. Urządzenie, zaprojektowane z myślą o użytkowniku, jest lekkie, z ergonomicznym uchwytem i zapewnia najdelikatniejszy możliwy odrzut przy niskiej emisji hałasu. System wykrywania palca na spuście urządzenia oraz przycisk bezpieczeństwa wystrzału zszywki zapewniają najwyższy poziom bezpieczeństwa użytkownika.



Zszywacz do zamykania klap kartonów zapewnia użytkownikowi swobodę poruszania się dzięki najwyższej jakości technologii akumulatorów litowo-jonowych. Urządzenie może wystrzelić do 6000 zszywek na jednym ładowaniu akumulatora. Bezprzewodowy zszywacz górny jest intuicyjny i łatwy

w obsłudze dzięki interfejsowi cyfrowemu i wskaźnikowi stanu LED, który daje użytkownikowi pełną kontrolę. Posiada trzy tryby pracy: ręczny, półautomatyczny i automatyczny w zależności od rodzaju opakowania, które wymaga zamknięcia.



Ergonomiczny

- Najlepsze urządzenie akumulatorowe – waży tylko 2,7 kg
- Mobilne: niepotrzebne węże do sprężonego powietrza i kable elektryczne
- Ergonomiczny uchwyt pokryty miękką gumą
- Łagodny odrzut

Wydajny

- Najszybsze akumulatorowe urządzenie zszywające – do 5 zszyć na sekundę
- Do 6000 zszyć na jednym ładowaniu akumulatora
- Technologia bezszczotkowego silnika
- Akumulator Li-Ion
- Najniższa emisja hałasu

Prosty w obsłudze

- Intuicyjny i łatwy do ustawienia cyfrowy interfejs
- Tryby pracy: MAN, SEMI i AUTO
- Wskaźnik LED stanu gotowości urządzenia
- Laserowy system pozycjonujący: frontowy i krzyżowy
- Najwyższy poziom bezpieczeństwa operatora



Zszywacz akumulatorowy firmy Josef Kihlberg

Na początku czerwca 2019 roku firma JOSEF KIHHLBERG wprowadziła na rynek nowy zszywacz do zastosowań przemysłowych. Zszywacz do zamykania góry kartonu, w przeciwieństwie do tradycyjnych zszywaczy ręcznych lub pneumatycznych, jest zasilany akumulatorem.

Technologia akumulatora Li-Ion daje urządzeniu większą mobilność i pozwala zaoszczędzić na kosztach infrastruktury w porównaniu z normalnym rozwiązaniem, jednocześnie utrzymując szybkość i moc tego urządzenia na poziomie porównywalnym do wersji pneumatycznych dostępnych na rynku.

Dzięki prędkości wystrzału do pięciu zszywek na sekundę i możliwości wykonywania do 6000 zszyć na jednym ładowaniu urządzenie z pewnością będzie działać na potrzeby przemysłu.

Urządzenie posiada trzy poziomy bezpieczeństwa, dzięki czemu jest najbezpieczniejszym zszywaczem na rynku.

Bezpieczeństwo i wydajność to nie jedyne imponujące cechy charakterystyczne dla urządzenia JOSEF KIHHLBERG. Zszywacz jest wyposażony w diody LED, panel dotykowy i trzy różne tryby pracy. Może występować również z funkcją lasera przedniego lub krzyżowego jako opcji, aby upewnić się, że jest zawsze umieszczony we właściwej pozycji.



Można wymienić jeszcze wiele cech tego zszywacza, które są unikalne na rynku. JOSEF KIHHLBERG z wielką przyjemnością wprowadza na rynek urządzenie, które naprawdę pokazuje, na czym polega jakość, wydajność i innowacje!

Zszywacz akumulatorowy jest dostępny dla zszywek JK561 i JK560.

JOSEF KIHHLBERG

Firma JOSEF KIHHLBERG została założona w 1841 roku w Hjo, w Szwecji. Produkuje urządzenia do zszywania i zszywki dla profesjonalnych użytkowników, które są sprzedawane przez dystrybutorów na całym świecie. Wysokiej jakości i trwałe, produkty JOSEF KIHHLBERG oparte są na wieloletnim doświadczeniu i solidnej wiedzy. Od 2014 r. JOSEF KIHHLBERG jest częścią SIGNODE INDUSTRIAL GROUP. ■



transaco

TRANSACO Sp. z o.o. Sp. k.
ul. Gen. Wł. Andersa 6 E
58-200 Dzierżoniów
tel. 74 833 50 03
e-mail: transaco@transaco.pl
www.transaco.pl
www.strapex-stb.com

Rozwiązania dopasowane do potrzeb klienta

Maszyny automatyczne STRAPEX ze stali nierdzewnej

Jest wiele firm oferujących maszyny i urządzenia do stabilizacji ładunków na paletach oraz zabezpieczania pakietów przed otwarciem. STRAPEX jest jedną z nielicznych firm, które oferują kompleksowe rozwiązania do zastosowań przemysłowych, dopasowane do specyfiki produktów.

Historia firmy Strapex, począwszy od jej założenia w 1955 roku, jest przede wszystkim związana z technologią opasowania produktów w celu zabezpieczenia na czas transportu.

Kolejne maszyny i urządzenia wprowadzane na rynek uwzględniały najnowsze rozwiązania w zakresie stosowanych do ich budowy podzespołów, co powoduje, że są uznawane przez użytkowników za solidne i niezawodne. Wieloletnie doświadczenie i szeroki asortyment oferowanych maszyn i urządzeń umożliwia zastosowanie optymalnych ekonomicznie rozwiązań, począwszy od urządzeń ręcznych, po automatyczne linie pakujące.

Odpowiedzią firmy Strapex na wzrastające wymagania dla maszyn opasujących ze strony przemysłu spożywczego są maszyny SMG w wersji Inox.

Maszyny SMG wykonane w tej wersji pozwalają na użytkowanie w przemyśle spożywczym, przetwórstwie ryb oraz przemyśle farmaceutycznym poprzez zastosowanie stali nierdzewnej (wersja – inox), jak i podzespołów umożliwiających pracę w niskich temperaturach (chłodnie) i w wysokiej wilgotności.

Maszyny posiadają stopień ochrony IP56, więc mogą być myte strumieniem wody, co pozwala na utrzymanie ich w czystości.



Fot. 1.
Maszyna
wolno stojąca



Fot. 2.
Maszyna
z wbudowanym
przenośnikiem
i zgrzewaniem
dolnym



Fot. 3. Maszyna do integracji z przenośnikiem i zgrzewaniem bocznym



Fot. 4. Maszyna z wbudowanym przenośnikiem i zgrzewaniem bocznym

Automatyczne maszyny opasujące – wolno stojące i do pracy w liniach pakowania

Filozofia budowy urządzeń oparta na trzech zasadach – prostota budowy (jak najmniejsza ilość części), łatwość obsługi i serwisowanie bez specjalistycznych narzędzi – znalazły odzwierciedlenie w serii maszyn typu SMG, przeznaczonych zarówno do pracy jako maszyny wolno stojące, jak i do pracy w liniach automatycznych.

Uniwersalność zastosowania, jak i wymiary ram maszyn opasujących pozwalają na zastosowanie maszyn SMG praktycznie we wszystkich branżach przemysłu.

Główne zalety maszyny SMG to:

- wysoka wydajność – do 70 cykli na minutę;
- panel dotykowy – szybka i prosta zmiana parametrów;
- prostota budowy – niewielka ilość ruchomych części;
- stały naciąg taśmy – niezależnie od wielkości opasywanego przedmiotu;
- łatwa wymiana taśmy – dyspenser z boku lub na górze maszyny.

Istotne znaczenie dla kosztów opasywania ma możliwość stosowania taśm PP (polipropylenowych) o szerokości 5 mm i grubości 0,35.

Maszyny SMG z serii Inox są przeznaczone do pracy jako:

- maszyny wolno stojące – SMG 20i; SMG25i (fot. 1);
- maszyny z wbudowanym przenośnikiem i zgrzewaniem dolnym – SMG50i; SMG55i; do pracy w linii przenośników (fot. 2);
- maszyny do integracji z przenośnikiem i zgrzewaniem bocznym – SMG 65i; do pracy w linii przenośników (fot. 3);
- maszyny z wbudowanym przenośnikiem i zgrzewaniem bocznym; do pracy w linii przenośników (fot. 4).

Atuty firmy STRAPEX

Rozwiązania oparte na doświadczeniu. Maszyny i urządzenia, taśmy oraz system obsługi posprzedażnej – oferowane w jednym pakiecie.

Odpowiednia maszyna. Ze względu na elastyczność swojego programu budowy maszyn i urządzeń, firma STRAPEX może zaoferować rozwiązania dostosowane do indywidualnych potrzeb poszczególnych klientów.

Odpowiednia taśma. Szeroki zakres taśm z polipropylenu (PP) i poliestru (PET), z których każda posiada swoją własną charakterystykę, gwarantuje, że taśma i maszyna zawsze będą tworzyć odpowiednią kombinację.

Ogólnoswiatowa sieć sprzedaży i serwisu. Mogą Państwo zawsze uzyskać porady ekspertów w zakresie wyboru prawidłowego rozwiązania oraz pakietu serwisowego wraz z gwarantowaną dostępnością części zamiennych ■

transaco

TRANSACO Sp. z o.o. Sp. k.
ul. Gen. Wł. Andersa 6 E
58-200 Dzierżoniów
tel. 74 833 50 03
e-mail: transaco@transaco.pl
www.transaco.pl
www.strapex-stb.com

Najnowszy system wagowy od KPZ Wageen

Widły ważące KPZ 76FD

Kluczowe cechy to możliwość połączenia systemu ważącego z panelem sterującym za pomocą funkcji Bluetooth, wykonanie akumulatorowe, kompaktowe baterie litowo-jonowe, duża dokładność pomiaru, łatwość obsługi. Ponadto KPZ 76FD posiada duże czytelne klawisze obsługi panelu sterującego, co zdecydowanie usprawnia odczyt pomiaru w każdych warunkach.

Widły do ważenia montowane na wózkach widłowych

Przedstawiamy Państwu niezwykle solidny i precyzyjny system wagowy do łatwego montażu na wózkach widłowych.

Przy jego zastosowaniu uzyskają Państwo szybki i dokładny pomiar wagi np. podczas ładowania samochodu ciężarowego, podczas napełniania BIG-BAG, w przebiegu produkcji lub podczas innych procesów przemysłowych i logistycznych. Nasz system jest niezwykle uniwersalny i wielofunkcyjny.

Panel sterujący zainstalowany jest w kabinie operatora, transmisja danych z widel do panelu sterującego odbywa się za pomocą Bluetooth.





Europejski producent

O firmie KPZ Waagen

KPZ Waagen to producent wag elektronicznych, który większość swoich produktów wytwarza w Polsce. Oferta KPZ to w 100% wagi przemysłowe przystosowane do pracy w każdych warunkach. W zależności od wymagań można zakupić wagi malowane proszkowo, wagi nierdzewne oraz wagi hermetyczne o wysokim stopniu ochrony IP69. Dodatkowo firma KPZ produkuje wagi przystosowane do pracy w strefie zagrożenia wybuchem ATEX. Wszystkie wagi KPZ posiadają starannie wykonaną konstrukcję gwarantującą długotrwałą, bezawaryjną pracę. ■

- Przydatne funkcje: korekta zera, tara, ważenie brutto/netto, sumowanie, możliwość wydruku kwitu ważenia (drukarka – opcjonalnie), ochrona przed przeciążeniem.
- Nośność: 2500 kg, 3500 kg, 5000 kg, 8000 kg.
- Temperatura użytkowania od -10°C do 40°C .
- Stabilna konstrukcja stalowa, spawana, malowana proszkowo w komplecie z panelem sterującym.
- Wymiary: zależnie od nośności; standardowa długość widel 1150 mm, wysokość widel 2500 kg – 58 mm.
- Zasilanie: wszystkie widły wyposażone są w komplet baterii litowo-jonowych, zapewniający czas pracy do 450 godzin. Dodatkowo dioda LED sygnalizuje konieczność naładowania baterii.
- Zasilanie panelu sterującego możliwe jest bezpośrednio z instalacji elektrycznej wózka 12 V.



Klaus-Peter Zander Sp. z o.o.
Paproć 132 A
64-300 Nowy Tomyśl

Dział handlowy:
tel. 61 44 21 189, 61 44 26 590, 697 221 100
e-mail: info@kpzwagi.pl

Dział serwisu:
tel. 61 44 26 591, 531 841 534
e-mail: info@kpzwagi.pl

Dział części:
tel. 61 44 26 594, 534 078 013
e-mail: info@kpzwagi.pl

www.kpzwagi.pl

Dzięki inwestycji w wagę kontrolną Ishida i system naważania zakłady ZPC Otmuchów powiększyły moce produkcyjne i poprawiły kontrolę jakości

Produkcja słodkości

Dzięki inwestycji w wagę kontrolną Ishida z detektorem metali firmie ZPC Otmuchów udało się zwiększyć kontrolę jakości produktów. Z kolei inwestycja w naważarkę skutkowała dwukrotnym zwiększeniem mocy produkcyjnych na jednym z wydziałów. Za dostarczenie technologii odpowiadała firma Ishida Europe.

Istniejące od 1946 roku przedsiębiorstwo ZPC Otmuchów ma bogatą tradycję. W swoim portfolio ma dwie główne marki: Odra i Freeyu. W ofercie są też propozycje w obszarze *private label* oraz B2B. Wyroby firmy trafiają m.in. do największych krajowych i międzynarodowych sieci handlowych. W zakładach w Nysie i Otmuchowie produkowane są batony, czekoladowe cukierki, chałwy, karmelki, słone przekąski, produkty śniadaniowe, mleczka i żelki.

Branża spożywcza jest bardzo konkurencyjna, a przedsiębiorstwa, które chcą budować przewagę, muszą inwestować w swój rozwój. Nie chodzi tylko o sam produkt, ale też o sposób jego konfekcjonowania. Taką strategię realizuje kierownictwo spółki, a efekty tych starań są coraz lepiej widoczne. Producent podjął w ubiegłym roku decyzję o zakupie wagi kontrolnej z detektorem metali. Wybór padł na model DACS, produkowany przez firmę Ishida Europe.





– Mieliliśmy przed sobą ważny cel – zwiększyć dwukrotnie możliwości produkcyjne na jednym z wydziałów – tłumaczy Kierownik Produkcji w ZPC Otmuchów, Dawid Lampka. – W zakładzie funkcjonowała już jedna nitka do konfekcjonowania i aby zrealizować nasz zamysł, musieliśmy do niej dołączyć kolejną, bliźniaczą instalację – dodaje.

Zastosowana w zakładzie waga kontrolna DACS od firmy Ishida Europe określa gramaturę produktów, które są transportowane przenośnikami taśmowymi. Dodatkowo waga kontrolna z detektorem metali wychwytuje z największą precyzją

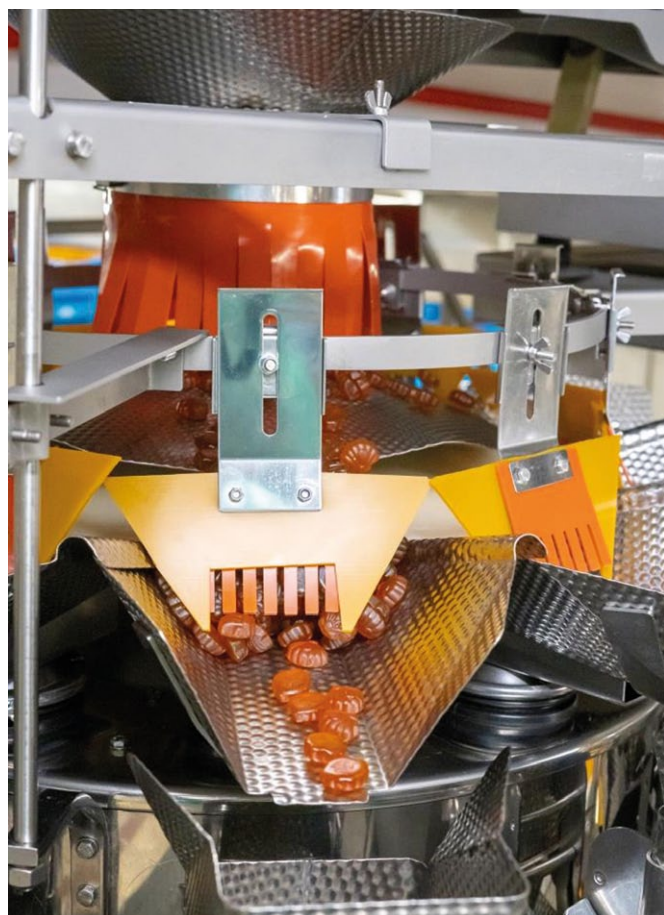
wszelkie zanieczyszczenia metalowe, które nie powinny pojawić się w produkcie.

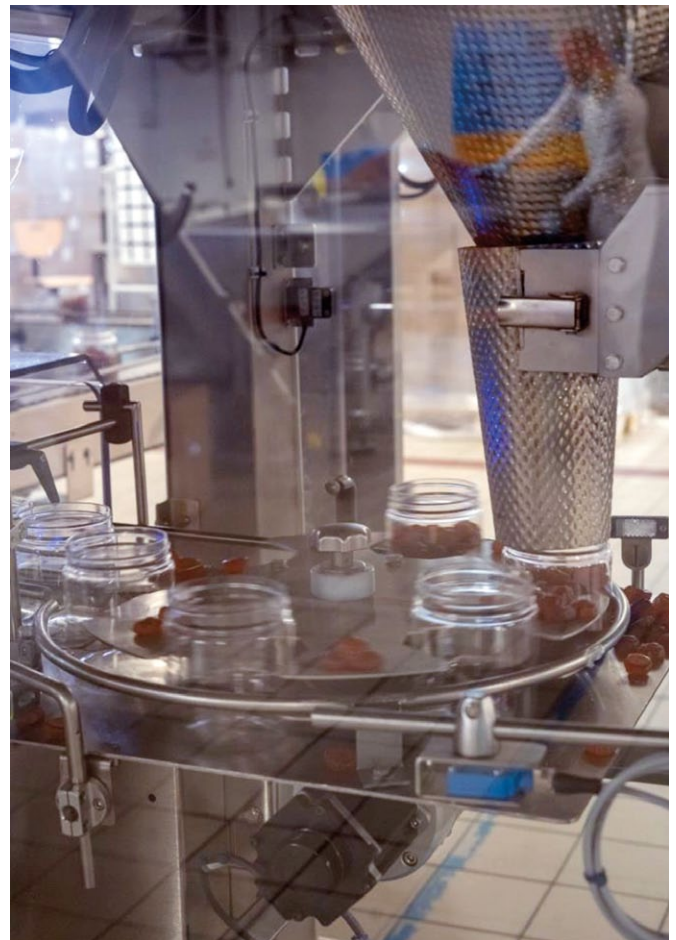
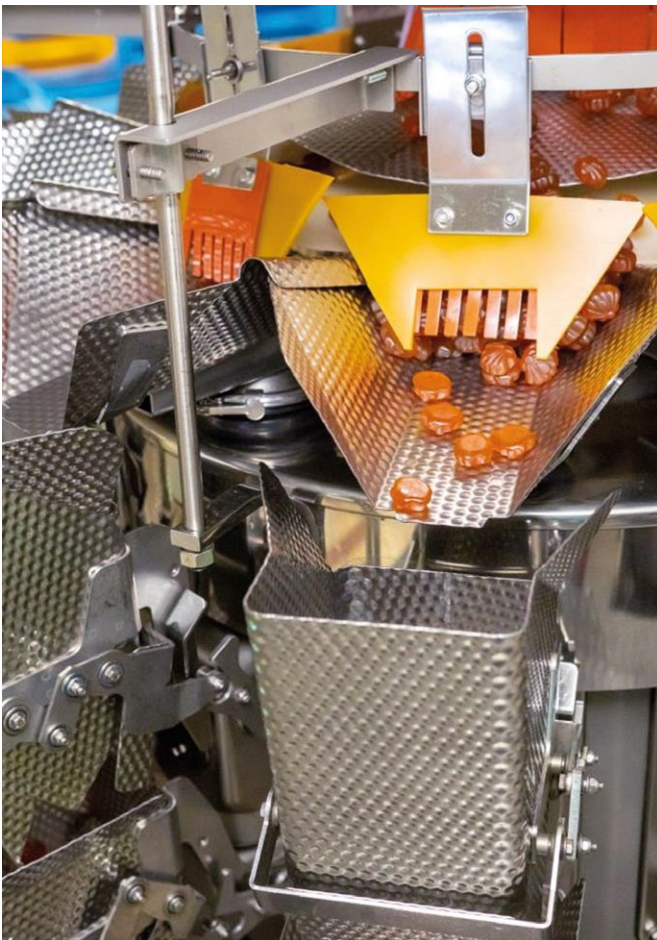
– Zamówienie i dostarczenie wagi kontrolnej Ishida do naszego zakładu odbyło się zgodnie z planem, a sam montaż nie przysporzył większych problemów. Przyjechało do nas praktycznie gotowe urządzenie, które wystarczyło ustawić w wyznaczonym miejscu. Następnie musieliśmy synchronizować pracę wagi z systemem podawania i odbioru – tłumaczy Dawid Lampka.

→



W przypadku zakładu w Otmuchowie waga spełnia także rolę kontrolną. Monitoruje, czy dany produkt spełnia wyśrubowane normy dotyczące niedoważenia lub przeważenia produktu. Urządzenie – jak podkreśla kierownik produkcji z zakładu w Otmuchowie – można obsługiwać przy pomocy panelu dotykowego, do którego wprowadzane są dane produktu. Dzięki temu cały proces dotyczący przygotowania danego zlecenia przebiega w sposób prosty, jasny i zautomatyzowany.





Co ciekawe, współpraca pomiędzy firmami Ishida a ZPC Otmuchów trwa już od dłuższego czasu. Wcześniej w organizacji zostały zainstalowane wagi kontrolne od tego samego producenta, które – jak podkreśla kierownictwo zakładu – do dziś sprawdzają się bardzo dobrze.

– Wagi kontrolne Ishida w naszej organizacji są jak naczynia połączone. Pracują i zbierają dane do jednego systemu, który je analizuje. Dlatego też chcieliśmy, aby kolejne urządzenie funkcjonowało w tym samym systemie, który jest dobrze znany operatorom – podkreśla Dawid Lampka.

Przedstawiciel zakładu informuje, że wagi są praktycznie bezobsługowe i bezawaryjne. W przypadku wystąpienia problemu firma może liczyć na wsparcie serwisu, który jest w stanie zdalnie zdiagnozować problem i przekazać wskazówki, jak należy postępować.

Oprócz wag kontrolnych w zakładach ZPC Otmuchów działają także naważarki Ishida, które służą do naważania produktów o klejącej strukturze. Elementy, które zostały użyte w naważarce, a mające bezpośredni kontakt z produktem, zostały wykonane z materiału C4, który zapobiega przyklejaniu się produktu.

– Niektóre nasze produkty mają to do siebie, że mogą się łatwo przyklejać do elementów maszyny. Wtedy naważanie produktu staje się niedokładne. Zastosowany w naważarce materiał C4 miał kluczowe znaczenie, ponieważ dzięki niemu powierzchnia styku stała się minimalna. Takie rozwiązanie pozwoliło znacznie usprawnić naszą pracę – stwierdza Dawid Lampka. ■

 **ISHIDA**

Fenix Systems Sp. z o.o.
ul. Długa 40, Moczydłów
05-530 Góra Kalwaria
tel.: 22 715 52 53
e-mail: biuro@fenixsystems.eu

Analogowe mikrokontrolery front-end RX23E-A firmy Renesas do precyzyjnego wykrywania i zastosowań pomiarowych

Zaawansowane rozwiązania jednokładowe integrują obwody analogowe i mikrokontroler, zapewniając precyzję lepszą niż 0,1% dla szerokiej gamy czujników i urządzeń pomiarowych do zastosowań produkcyjnych i testowych.

RS Components (RS) to marka handlowa spółki Electrocomponents plc (LSE: ECM). Ten globalny partner, zajmujący się rozwiązaniami wielokanałowymi dla klientów przemysłowych i dostawców, wprowadził nową serię urządzeń jednokładowych firmy Renesas, mikrokontrolerów RX23E-A (MCU), które łączą analogowy front end (AFE) i rdzeń MCU do użytku w sprzęcie, zapewniający bardzo precyzyjne pomiary sygnałów analogowych, takich jak temperatura, ciśnienie, waga lub przepływ.

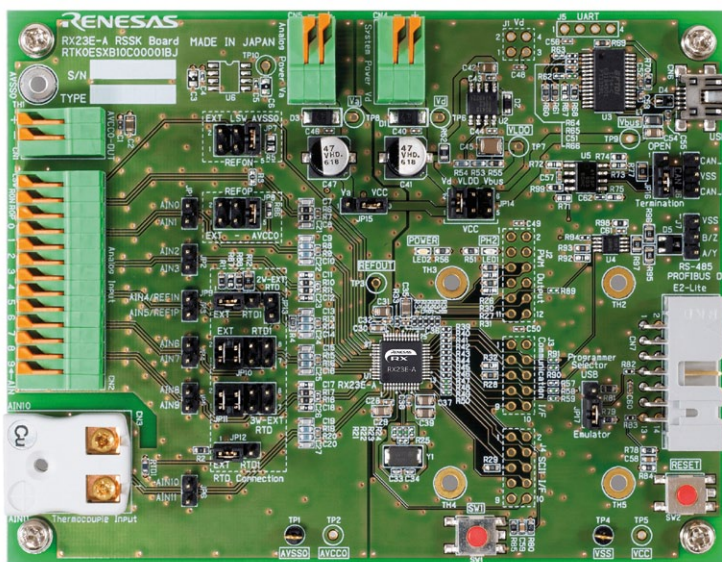
Zaprojektowane do produkcji, testowania i pomiarów urządzeń, takich jak czujniki lub mierniki siły czy kontrolery temperatury, grupa MCU RX23E-A zapewnia dokładność lepszą niż 0,1% bez kalibracji. Ponadto wysoki poziom integracji oferowany przez te mikrokontrolery z bardzo precyzyjnymi pomiarami czujników, obliczeniami, sterowaniem i komunikacją w jednym chipie oznacza, że producenci sprzętu mogą zmniejszyć swoje wymagania materiałowe, zaoszczędzić miejsce na płycie i uprościć projektowanie systemu.

Integracja dwóch 24-bitowych przetworników analogowo-cyfrowych delta-sigma z efektywną rozdzielczością do 23 bitów i programowalną szybkością transmisji danych od 7,6 próbek/s do 15,625-ks.próbek/s, inne specyficzne, wiodące funkcje AFE obejmują przesunięcie dryft 10nV/°C, dryft wzmocnienia 1 ppm/°C, szum RMS 30nV (rms). Cechy te umożliwiają znaczną redukcję hałasu i temperatury do wyjątkowo

niskich poziomów, wymaganych na przykład w zastosowaniach produkcyjnych, które wymagają dokładnego i niezawodnego pomiaru szerokiej gamy danych z czujników.

Cyfrowa część urządzeń RX23E-A jest oparta na zaawansowanym rdzeniu RXv2, który cechuje się szybkością operacyjną 32 MHz i doskonale sprawdza się w operacjach DSP i FPU (jednostka zmiennoprzecinkowa). Mikrokontroler umożliwi również adaptacyjne techniki sterowania z wykorzystaniem danych temperatury i odwrotnych obliczeń macierzy opartych na danych o odkształceniach sześciooosiowych, dzięki czemu idealnie nadaje się do czujników siły ramienia robota w zastosowaniach przemysłowych.

Mikrokontrolery Renesas RX23E-A są obecnie dostępne w RS w krajach EMEA oraz Azji i Pacyfiku. ■



RS Components Sp. z o.o.

ul. Domaniewska 48

02-672 Warszawa

tel. 22 223 11 11

fax 22 223 11 00

e-mail: bok@rspoland.com

pl.rs-online.com

Teraz dostępny jest raport niezakończonych połączeń i wybór siatki w obszarze pokrytym miedzią

RS Components dodaje nowe funkcje i poprawia interfejs użytkownika w bezpłatnym oprogramowaniu DesignSpark PCB w wersji 9

Oprogramowanie DesignSpark PCB to zestaw bezpłatnych narzędzi do szybkiego tworzenia prototypów płytek drukowanych, które oferują nieograniczone możliwości w zakresie liczby i wielkości schematów, liczby warstw, węzłów, płytek i połączeń. Dostępna jest także funkcja integracji z bibliotekami części RS i producentów, funkcja edycji bibliotek w celu tworzenia bibliotek niestandardowych oraz możliwość integracji z bezpłatnymi systemami CAD DesignSpark do projektowania urządzeń mechanicznych i elektrycznych. Użytkownicy, którzy wymagają bardziej złożonego zestawu reguł projektu i cech, mogą importować schematy płytek drukowanych i pliki utworzone w oprogramowaniu DesignSpark PCB do bardziej zaawansowanego oprogramowania DesignSpark PCB Pro.

Wśród nowych funkcji oprogramowania DesignSpark PCB w wersji 9 znalazła się funkcja projektowania schematów, która zapewnia obecnie raportowanie niezakończonych połączeń, ukazując wszystkie styki, w przypadku których siatka została wygenerowana, ale nie została ukończona lub przypisana. Ponadto projektanci mogą teraz wybierać siatki znajdujące się w określonym obszarze pokrytym miedzią zamiast, jak dotychczas, wybierać spośród wszystkich siatek w projekcie.

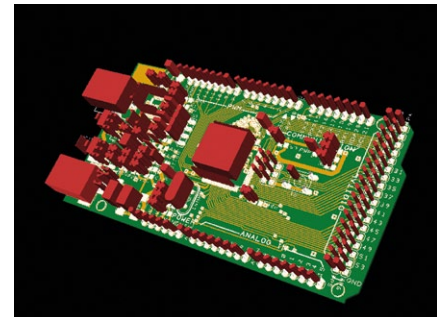
Do innych udoskoaleń należą:

- Symbole zmienione i zapisane w edytorze komponentów są teraz automatycznie aktualizowane w oknach podglądu.

- Rozmiar okien dialogowych, takich jak okno dodawania komponentu w menedżerze bibliotek, można zmienić tak, aby umożliwić odczytanie pełnych nazw komponentów.
- Opcja dodawania tekstu pozwala na wybór stylu tekstu i jego wyrównania.
- Użytkownik może wyjść z trybu „sondy krzyżowej” zaraz po dokonaniu wyboru.
- W oknie dialogowym kreślenia są dostępne przyciski ułatwiające wybór lub usunięcie wyboru wszystkich albo określonych warstw.
- Nowe kreatory bibliotek zawierają opcje tworzenia i zapisywania nowego elementu biblioteki.
- Nowy pasek przechodzenia do wybranej pozycji umożliwia wyszukiwanie komponentów według nazwy.

Maurice Banting, dyrektor ds. oprogramowania i narzędzi projektowych, skomentował to następująco:

– DesignSpark PCB to nasze najważniejsze rozwiązanie klasy podstawowej dla projektantów elektroniki, którzy mają ograniczony budżet, ale chcą poznać szerszy zakres opcji projektowania płytek drukowanych. W połączeniu z oprogramowaniem DesignSpark PCB Pro oraz szeroką gamą bibliotek modeli i wzorów płytek klienci mają dostęp do zbioru zasobów, które pomogą im skrócić czas wprowadzenia nowego projektu na rynek. Dokładamy wszelkich starań, aby na podstawie opinii użytkowników doskonalić oferowane funkcje i poprzez usuwanie przeszkód w postaci kosztów nadal ułatwiać inżynierom



z całego świata tworzenie innowacyjnych rozwiązań.

Nowi i dotychczasowi użytkownicy oprogramowania DesignSpark PCB mogą bezpłatnie pobrać wersję 9 ze strony www.designspark.com/pcb – jest ona przeznaczona do użytku prywatnego i komercyjnego. Dostępna jest także pomoc techniczna w postaci samouczków wideo, bibliotek i społeczności inżynierów korzystających z DesignSpark, która liczy ponad 850 000 osób. ■



RS Components Sp. z o.o.

ul. Domaniewska 48

02-672 Warszawa

tel. 22 223 11 11

fax 22 223 11 00

e-mail: bok@rspoland.com

pl.rs-online.com

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

RS Components oferuje szereg ulepszonych wskaźników ciśnienia i temperatury firmy Druck

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

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

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

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



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

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

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

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



RS Components Sp. z o.o.

ul. Domaniewska 48

02-672 Warszawa

tel. 22 223 11 11

fax 22 223 11 00

e-mail: bok@rspland.com

pl.rs-online.com

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

RS Components prezentuje modułowe wieże sygnalizacyjne LED

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

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

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

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

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

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

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

Informacje o RS Components

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

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

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

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



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

Dokładne przewidywanie trwałości eksploatacyjnej siłownika

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

Pierwsze internetowe narzędzie do łatwego szacowania okresu użytkowania

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

Długotrwały proces badawczy

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



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

Od teorii do praktyki

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

i zastosować tę wiedzę z korzyścią dla wszystkich zainteresowanych stron.

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



LINAK Danmark A/S (Spółka Akcyjna)

Oddział w Polsce

Al. Zjednoczenia 36

01-830 Warszawa

tel. 22 295 09 70

www.linak.pl

Przetworniki FIT7A wykorzystywane przy kontroli masy produktów spożywczych

Założona w 1936 r. francuska firma Fruitières Chabert nieustannie wprowadza innowacje i poszukuje nowych technologii, aby sprostać wymaganiom rynków międzynarodowych. Jedną z potrzeb stało się zoptymalizowanie każdego etapu produkcji flagowego produktu: sera Reblochon – w tym jego sortowania i ważenia – przed pozostawieniem go w piwnicy do dojrzewania. Celem jest ściśle przestrzeganie specyfikacji PDO tego sera jako chronionego prawem produktu regionalnego, który wyróżnia się wieloma znakami jakości. Kontrolowana nazwa pochodzenia we Francji (*Appellation d'Origine Contrôlée*) również nakłada rygorystyczne wymagania, więc dostawcy technologii musieli być w stanie uwierzytelnić wszystkie certyfikaty niezbędne do krajowego i międzynarodowego eksportu jej produktów, przy jednoczesnym zachowaniu lokalnego *know-how* i z poszanowaniem dla tradycji. Dlatego konieczne było powołanie partnera, który byłby w stanie spełnić wszystkie wymagania związane z produkcją żywności w zakresie wydajności metrologicznej, niezawodności i wytrzymałości.

W rezultacie firma Chabert zwróciła się do Fine-Spect, firmy, która nie tylko specjalizuje się w dynamicznym sortowaniu, kalibracji i ważeniu, ale również ma doświadczenie w tworzeniu maszyn

dla przemysłu rolno-spożywczego. Po ocenie potrzeb Fruitières Chabert firma Fine-Spect stworzyła specjalistyczną wagę kontrolną, która zawiera cyfrowy czujnik wagowy FIT7A dostarczony przez HBM. Ten czujnik wagowy oparty jest na technologii tensometrycznej i oferuje niezrównaną wydajność w dziedzinie ważenia dynamicznego dla przemysłu spożywczego.

Jean Marc Dumont, założyciel Fine-Spect, wyjaśnia:

– Musieliśmy znaleźć czujnik tensometryczny, który spełni nowe oczekiwania i specyfikacje rynku.

Należą do nich:

- reprezentowanie określonego poziomu metrologicznego;
- szybkość działania, aby dostosować się do coraz wyższych prędkości pakowania;
- długoterminowa wytrzymałość i niezawodność;
- idealna szczelność i odporność na korozję, aby sprostać wymaganiom mycia pod wysokim ciśnieniem w przemyśle mleczarskim;
- możliwość legalizacji;
- kompatybilność ze standardowymi protokołami komunikacyjnymi używanymi w tej branży.

Pan Favre, dyrektor przemysłowy serowarni Chabert, mówi:



– Ta instalacja będzie czasami poddawana ekstremalnym warunkom użytkowania, na przykład demontaż i codzienne czyszczenie za pomocą pary pod wysokim ciśnieniem zgodnie ze standardami przemysłu spożywczego. Dlatego ważne jest, aby sprzęt był solidny, a jednocześnie na najwyższym poziomie, aby nasi technicy nie mieli kłopotu z szybkim rozwiązywaniem problemów. Prace wykonane przez Fine-Spect przy użyciu przetworników FIT7A firmy HBM są źródłem skuteczności i sukcesu.

Dla Fruitières Chabert decydująca jest indywidualna masa produktów. W ten sposób maszyna sortująca oddziela produkty o nieodpowiedniej wadze i daje serowarowi dokładny przegląd dziennej produkcji. Dokładna znajomość masy sera poprodukcyjnego jest również wskaźnikiem procesu odwadniania i umożliwi kontrolę jego wydajności. ■

reklama

HBM WYŁĄCZNY
PRZEDSTAWICIEL
MARKI HBM NA
TERENIE POLSKI
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH

BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI

ul. Krauthofera 16, 60-203 Poznań
tel./fax: 61 662 56 66
tel. kom. 501 607 400
info@hbm.com.pl
www.hbm.com.pl



- TENSOMETRY OPOROWE I OPTYCZNE, ZBIORNIKOWE MODUŁY WAŻĄCE
- PRZETWORNIKI WAGI, SIŁY, MOMENTU OBROTOWEGO, DROGI I CIŚNIENIA
- WZMACNIACZE POMIAROWE O CZĘSTOTLIWOŚCI PRÓBKOWANIA NAWET DO 100 000 000 Hz
- OPROGRAMOWANIE DO ZASTOSOWAŃ LABORATORYJNYCH, PRZEMYSŁOWYCH I POMIARÓW DYNAMICZNYCH

Krótszy czas postoju dzięki łatwym w czyszczeniu wagom kontrolnym METTLER-TOLEDO ze zintegrowanym detektorem metalu

Nowe wagi kontrolne CM33 Washdown i CM35 Washdown ze zintegrowanym detektorem metalu zostały zaprojektowane z myślą o potrzebach producentów realizujących procesy wymagające ważenia kontrolnego i detekcji metali.

METTLER-TOLEDO Product Inspection wprowadza na rynek nową serię zaawansowanych i umożliwiających czyszczenie wodą pod ciśnieniem systemów kontroli produktów łączących w sobie technologię ważenia kontrolnego i detekcji metali. Wagi kontrolne CM33 Washdown i CM35 Washdown ze zintegrowanym detektorem metalu są dedykowane dla producentów pakowanych produktów spożywczych, w tym produktów mlecznych i mięsnych, którzy poszukują rozwiązań zapewniających szybkie czyszczenie, zaawansowaną detekcję metalu oraz precyzyjne ważenie.

Waga kontrolna CM33 Washdown jest nowszą wersją wagi C33 PlusLine, wprowadzonej na rynek w 2020 roku. Wagę wyposażono dodatkowo w zintegrowany detektor metalu Profile METTLER-TOLEDO. Detektor pracuje z częstotliwością w średnim zakresie, natomiast waga może pracować z wydajnością nawet 250 ważeń na minutę, przy czym ważenie odbywa się z dokładnością do $\pm 0,2$ g. Detektor metalu w wadze CM35 Washdown pracuje w zakresie wysokich częstotliwości, natomiast sama waga gwarantuje wysoką czułość ważenia.

Klienci kupujący wagę kontrolną CM33 Washdown lub CM35 Washdown mogą wybrać jeden spośród trzech dostępnych detektorów metalu Profile METTLER-TOLEDO wykonanych ze stali nierdzewnej. Są to następujące detektory: Profile Combi LS (dla małych, pakowanych produktów), Profile Advantage (bardzo wysoka czułość



w trudnych aplikacjach) oraz Profile R/RZ (zaawansowana kontrola suchych produktów luzem).

Wagi kontrolne CM33 Washdown i CM35 Washdown, podobnie jak wagi C33 PlusLine i C35 AdvancedLine, posiadają higieniczną konstrukcję, co mocno skraca czas ich czyszczenia wodą pod ciśnieniem. Wagi te doskonale sprawdzają się w procesach wymagających dokładnego czyszczenia przy pomocy silnych środków czyszczących w celu pozbycia się zanieczyszczeń bakteriowych, zapewniając wysoką dokładność ważenia i czułość detekcji. Wśród potencjalnych zastosowań można wymienić kubeczki z jogurtem oraz tacki z serem bez pokrywy z folii aluminiowej. Są to zastosowania, gdzie może dochodzić do rozchłapywania składników, które zanieczyszczają elementy systemów kontroli

produktów, stąd wymagane są procedury ich intensywnego czyszczenia wodą pod ciśnieniem.

Czyszczenie jest szybsze i bardziej skuteczne, ponieważ czyszczone powierzchnie są spadziste, co zapobiega gromadzeniu się na nich wody i zanieczyszczeń. Ochrona przed wnikaniem zanieczyszczeń jest również istotnym czynnikiem: wagi CM33 Washdown i CM35 Washdown oraz ich interfejsy użytkownika posiadają stopień ochrony IP69, stąd są odporne nawet na najbardziej agresywne środki czyszczące i dezynfekujące.

Montaż i demontaż takich elementów, jak przenośnik detektora metalu i kosz na produkty, jest bardzo łatwy, co w połączeniu z możliwością wykonywania czynności konserwacyjnych bez konieczności stosowania narzędzi jeszcze bardziej zwiększa dyspozycyjność

wag. Taśma przenośnika jest elastyczna, stąd nie ma potrzeby jej napinania. Taśma zawsze znajduje się we właściwym położeniu na przenośniku, ponieważ ma zdolność automatycznej regulacji. Ryzyko uszkodzenia taśmy i w konsekwencji postoju awaryjnego wagi zostało ograniczone do absolutnego minimum. Klienci mają do wyboru wiele rozwiązań, jeśli chodzi o postępowanie z odrzuconymi produktami, w tym tunel dla produktów o nieodpowiedniej masie oraz bramka obrotowa i wypychacz pneumatyczny.

Możliwość zapisywania i wczytywania parametrów roboczych w interfejsie użytkownika dla wagi i detektora metalu pozwala jeszcze bardziej przyspieszyć procesy produkcji. W interfejsie użytkownika można zapisać nawet 250 receptur. Na życzenie istnieje możliwość rozszerzenia pamięci dla większej ilości receptur.

– Wagi CM33 Washdown i CM35 Washdown to zupełna nowość na rynku – przekonuje Frank Borrmann, Kierownik Działu Marketingu w firmie METTLER-TOLEDO Product Inspection. – Są to urządzenia w pełni zautomatyzowane, pracujące z wysoką wydajnością oraz wykorzystujące sprawdzoną technologię METTLER-TOLEDO. Wagi mają kompaktową konstrukcję, gwarantując wysoką niezawodność pracy i dokładność nawet w najtrudniejszych warunkach operacyjnych, wymagających czyszczenia pod ciśnieniem. Producenci żywności wybierający rozwiązanie łączące w sobie ważenie kontrolne i detekcję metalu oszczędzają przestrzeń w swoich zakładach. Dodatkową korzyścią jest serwis i wsparcie jednego dostawcy.

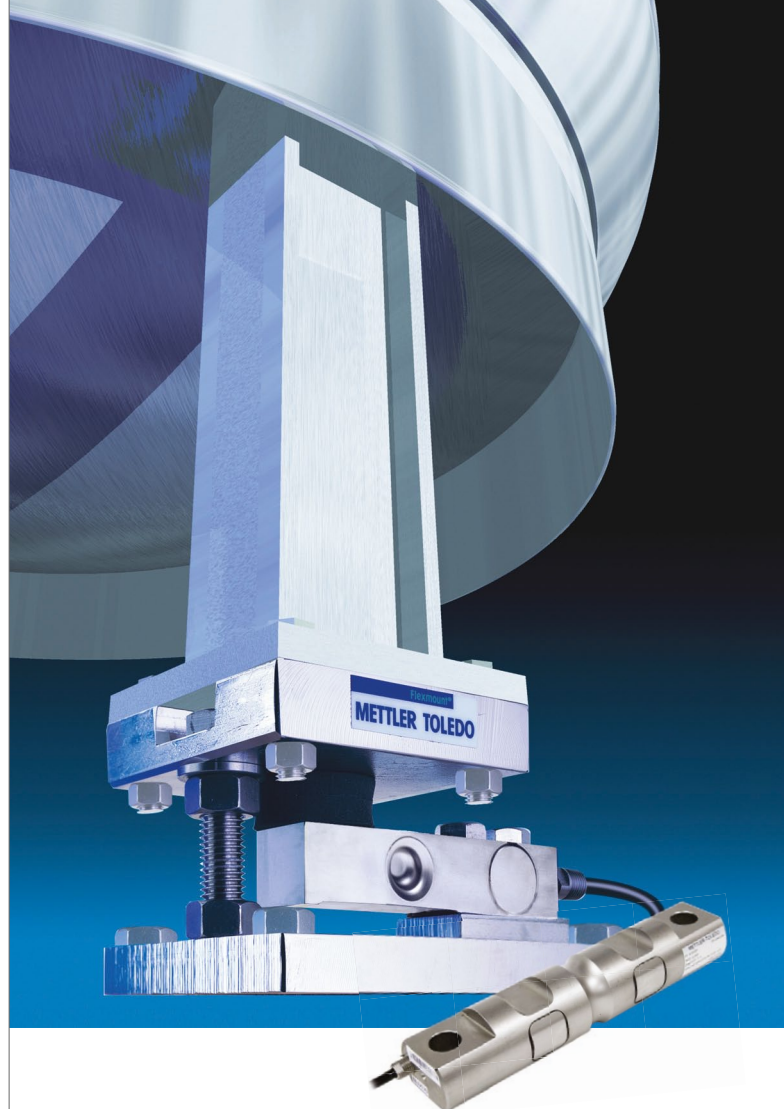
Firma METTLER-TOLEDO zaczęła rozwijać kombinowane systemy kontroli produktów w odpowiedzi na problemy klientów, takie jak trudność instalacji potrzebnych systemów kontroli ze względu na ograniczoną przestrzeń. Kamieniem milowym w zakresie innowacyjności są modułowe wagi kontrolne serii C, zapewniające wysoką elastyczność podczas integracji innych technologii kontroli produktów. Oprócz detekcji metalu, systemy kombinowane mogą łączyć w sobie kontrolę rentgenowską, kontrolę wizyjną oraz technologię *track & trace*.

Integracja obejmuje sprzęt i oprogramowanie. Wagi kontrolne CM33 Washdown i CM35 Washdown posiadają dwa interfejsy użytkownika, które pracują równolegle – jeden dla wagi kontrolnej i jeden dla detektora metalu – i komunikują się ze sobą, zapewniając redundancję. Jeśli jeden interfejs użytkownika ulegnie awarii, drugi przejmuje jego rolę. Wszystkie krytyczne punkty kontroli mogą zatem pracować nadal bez żadnych zbędnych postojów. ■

Więcej informacji znajdziesz na stronie:
www.mt.com/checkweighing-CM33

METTLER TOLEDO

Mettler-Toledo Sp. z o.o.
ul. Poleczki 21
02-822 Warszawa
tel. 22 440 67 00
fax 22 440 67 38
e-mail: Polska@mt.com
www.mt.com



Moduły wagowe czujniki masy

Wymagające ogromnej wytrzymałości ważenie zbiorników, naczyń, koszy zasypowych lub przenośników nie stanowi problemu dla modułów wagowych METTLER TOLEDO, których konstrukcja potrafi sprostać trudnym warunkom pracy. Moduły i czujniki wagowe METTLER TOLEDO do ważenia precyzyjnego i przemysłowego mają wszystkie globalne atesty i można je łatwo integrować z maszynami, pojazdami, urządzeniami i aparatami. W ich konstrukcji uwzględniono zasady zapewniające ochronę przed przeciążeniem i uniesieniem, która służy bezpieczeństwu ważenia oraz dokładności wyników.

Mettler-Toledo Sp. z o.o., ul. Poleczki 21, 02-822 Warszawa PL

► www.mt.com/ind-powermount

METTLER TOLEDO

Technologia próżniowa umożliwia optymalne chłodzenie szczepionek przeciw koronawirusowi

Pierwsze zezwolenia na dopuszczenie do obrotu szczepionek przeciwko koronawirusowi wydano pod koniec ubiegłego roku. Na całym świecie rozpoczęto szczepienia ludzi przeciwko wirusowi. Obecnie na całym świecie zaszczepiono już 552 miliony ludzi (źródło: www.ourworldindata.org, stan na 28.03.2021). Technologia próżniowa jest również niezbędna do produkcji i transportu szczepionek. Chłodzenie szczepionek odgrywa kluczową rolę w globalnej dystrybucji. Klient firmy Busch Vacuum Solutions produkuje specjalne chłodziarki do szczepionek oraz pojemniki do transportu szczepionek o kontrolowanej temperaturze. W ten sposób wnosi istotny wkład w globalną walkę z pandemią.

W przeciwieństwie do konwencjonalnych szczepionek, logistyka szczepionek przeciwko koronawirusowi stanowi zupełnie nowe wyzwanie. Pierwsza zatwierdzona szczepionka pochodzi od niemieckiej firmy farmaceutycznej BioNTech i jej amerykańskiego partnera – firmy Pfizer. Konwencjonalne lodówki, takie jak te używane do szczepionek przeciw grypie, nie są wystarczające do schłodzenia tej szczepionki. Szczepionka przeciwko koronawirusowi musi być przechowywana i transportowana w temperaturze minus 70 stopni Celsjusza, aby zachowała swoją pełną skuteczność.

Przy konstruowaniu specjalnych urządzeń chłodniczych luksemburska firma całkowicie polega na technologii próżniowej firmy Busch Vacuum Solutions. Próżnia jest wykorzystywana do napełniania specjalnymi gazami obwodów chłodniczych w urządzeniach chłodniczych. Ze względu na globalną pandemię zapotrzebowanie na takie urządzenia chłodzące gwałtownie wzrosło w ostatnich miesiącach, a firma Busch była w stanie sprostać zwiększonemu zapotrzebowaniu poprzez dostarczenie



Technologia próżniowa firmy Busch zapewnia utrzymanie łańcucha chłodniczego podczas transportu szczepionki przeciwko koronawirusowi

Foto: © marchsirawit – stock.adobe.com

dodatkowych pomp próżniowych. Te urządzenia chłodnicze i sprzęt transportowy są sprzedawane i wykorzystywane przy dystrybucji szczepionki na całym świecie. Niezbędny produkt zapewniający, że szczepionka przeciw COVID-19 dotrze do ośrodków szczepień w nienaruszonym stanie, a pacjenci na całym świecie będą mogli otrzymać tak potrzebne szczepienie. ■

**U
BUSCH**
VACUUM SOLUTIONS

Busch Polska Sp. z o.o.
Nowa Wieś, ul. Dedala 7
87-853 Kruszyń
tel. 54 231 54 00
e-mail: busch@busch.com.pl
www.buschvacuum.com

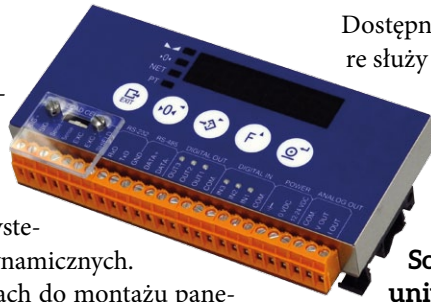
UTILCELL

SWIFT to bardzo szybki miernik-konwerter wagowy przeznaczony do ważenia procesowego, komercyjnego oraz przemysłowego. Znajduje zastosowanie zarówno w systemach wagowych statycznych, jak i dynamicznych.

Występuje w różnych konfiguracjach do montażu panelowego lub na szynie DIN.

Urządzenie może posiadać różne możliwości transmisji danych, wejścia i wyjścia cyfrowe; jest idealnym rozwiązaniem dla ustanawiania połączeń z PLC, PC i systemami zdalnymi.

Urządzenie posiada zaimplementowane protokoły MODBUS RTU i ASCII, oprogramowanie wag jednoskładnikowego systemu dozowania oraz dozowania typu *Lost in Weight* (dozowania poprzez ubytek).



Dostępne jest darmowe oprogramowanie SWIFT_PC, które służy zarówno do konfiguracji instalacji, jak i ustawiania wszystkich parametrów urządzenia poprzez port szeregowy komputera PC.

Istnieje również możliwość zamówienia SWIFT z protokołami Profibus, Profinet lub EtherNet/IP.

Solidne wykonanie, niezawodność, uniwersalność pozwalają na zastosowanie w:

- wagach pomostowych, platformowych;
- wagach ślimakowych;
- wagach dynamicznych, *check-weights* (automatyczna kontrola wagi);
- wagach zbiornikowych, silosowych;
- konwersji, hybrydyzacji wag;
- ciężkich warunkach przemysłowych;
- itp.

reklama

SZYBKI, WYDAJNY, MIERNIK-PRZETWORNIK WAGOWY			
PROTOKOŁY MODBUS RTU, ASCII, PROFIBUS, PROFINET, ETHERNET/IP	WYJŚCIA ANALOGOWE (0 – 10 V, 0/4 – 20 mA)	FIRMWARE Posiada oprogramowanie do jednoskładnikowego dozowania oraz do ważenia zwierząt – np. bydła	WYRÓŻNIENIA WagExpo 2019 oraz po raz 5-ty nagroda za najlepszą jednostkę do wbudowania portalu Automation Inside.



UTILCELL
LOAD CELLS - CZUJNIKI TENZOMETRYCZNE
Value in Weigh Tech
Jakość w technologii ważenia

UTILCELL, s.r.o. | kom. +48 511 421 118
e-mail: biuro@utilcell.com | www.utilcell.com

Silniki dla przemysłu spożywczego Grupy Cantoni

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

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

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

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

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

Fabryka Silników Elektrycznych BESEL SA
Grupa Cantoni

reklama



Pełny zakres mocy silników dla przemysłu od 0,04kW do 6000kW w tym silniki dla przemysłu spożywczego

www.cantongroup.com





Firma Busch zaprezentuje najnowsze rozwiązania próżniowe do odgazowywania ekstrudera na Targach PLASTPOL 2021

Firma Busch Vacuum Solutions zaprezentuje najnowszą generację systemów próżniowych PLASTEX do odgazowywania ekstrudera na tegorocznych Targach PLASTPOL w Kielcach w dniach 21-23 września. Systemy próżniowe PLASTEX mogą być programowane i monitorowane za pomocą wyświetlacza. Są one w pełni połączone z systemem sterowania ekstrudera w celu wymiany danych i mogą być obsługiwane bezpośrednio przez urządzenie. Dzięki temu, że wszystkie komponenty są połączone, systemy próżniowe PLASTEX są gotowe na Przemysł 4.0. System odgazowywania jest sterowany w zależności od potrzeb przez silnik z przemiennikiem częstotliwości. Oznacza to, że zaprogramowany poziom próżni jest precyzyjnie utrzymywany – dodatkowym plusem jest zaoszczędzona w procesie energia.

W ostatnich latach rozpowszechniły się systemy próżniowe PLASTEX, służące do odgazowywania uplastycznionej masy w strefie ślimaka ekstrudera. Model prezentowany na Targach PLASTPOL wyposażony jest w kłową pompę próżniową MINK. Są to pompy próżniowe do pracy suchej, nie wymagają żadnych płynów eksploatacyjnych, takich jak woda, która może prowadzić do wysokich kosztów oczyszczania i utylizacji.

Wraz z nową generacją systemów próżniowych PLASTEX firma Busch przekonuje kolejnymi korzyściami. Dzięki sterowaniu zależnemu od zapotrzebowania i możliwości precyzyjnego dostosowania poziomu podciśnienia do wytłaczanego materiału, wytłaczarki i warunków temperaturowych możliwe jest odtworzenie jakości produktu bez konieczności ręcznej regulacji poziomu podciśnienia za pomocą zaworów w trakcie procesu. Systemy próżniowe PLASTEX są dostępne w różnych konfiguracjach i rozmiarach. Nadają się zarówno do mieszanek, jak i partii wzorcowych. Mogą być stosowane do odgazowywania poliolefin, takich jak PP/PE, EVA, PBT, ABS, EVOH czy POM. Nawet odgazowanie materiału z recyklingu nie stanowi problemu dla systemów próżniowych PLASTEX firmy Busch. Urządzenie do płukania umożliwia czyszczenie pompy próżniowej po lub w trakcie procesu. Możliwe jest również zaprogramowanie interwałów czyszczenia i dozowania środka czyszczącego.

System kontroli systemów próżniowych PLASTEX stale monitoruje również stan filtrów i separatorów i natychmiast informuje operatora poprzez wyświetlacz lub system kontroli ekstrudera, jeśli na przykład filtr musi być oczyszczony lub kondensat musi być odprowadzony z separatora końcowego lub zbiornika kondensatu. W ten sposób operator ma zawsze wgląd we wszystkie parametry robocze. Wszelkie niezbędne działania są natychmiast wyświetlane operatorowi. Zwiększa to niezawodność, upraszcza obsługę i minimalizuje koszty konserwacji.

Kłowe pompy próżniowe MINK firmy Busch sprawdziły się nie tylko w odgazowywaniu ekstruderów. Ta technologia próżniowa stała się również najnowocześniejsza w zakresie pneumatycznego podawania materiału. Busch zaprezentuje na



Nowa generacja systemów próżniowych PLASTEX do odgazowywania ekstruderów jest gotowa na Przemysł 4.0

Fot: Busch Vacuum Solutions

stoisku targowym najnowsze osiągnięcie w zakresie kłowych pomp próżniowych MINK: MINK MV 0310 B jest standardowo wyposażona w silnik z przemiennikiem częstotliwości i dzięki temu może dostosować prędkość pompowania do rzeczywistych wymagań. Oznacza to, że nie tylko materiał może być transportowany w najdelikatniejszy sposób, ale możliwe są również dalsze oszczędności energii i kosztów. ■

BUSCH
VACUUM SOLUTIONS

Busch Polska Sp. z o.o.
Nowa Wieś, ul. Dedala 7, 87-853 Kruszyn
tel. 54 231 54 00, e-mail: busch@busch.com.pl
www.buschvacuum.com

Przepływomierz masowy CO FLOW działający na zasadzie Coriolisa

W wielu gałęziach przemysłu produkcyjnego kluczowe jest zapewnienie wysokiej dokładności dozowania. Jednak w przypadku materiałów, które cechuje zmienność gęstości w czasie, jest to bardzo trudne. Takim wyzwaniom może sprostać przepływomierz masowy CO FLOW zaprojektowany przez firmę SEG. Nasz przepływomierz może mierzyć z dokładnością 0,5% i powtarzalnością 0,1%. CO FLOW może być stosowany do pomiaru gęstości np. popiołu lotnego, skrobi, peletu drzewnego, granulatu tworzyw sztucznych i wszelkiego rodzaju minerałów o średnicy do 15 mm. W wielu procesach kluczowy jest pomiar przez długi czas przy stałym natężeniu przepływu. Urządzenie CO FLOW wymaga minimalnego serwisu, zapewniając przy tym stabilność pomiarów.

CO FLOW mierzy przepływ z wysoką dokładnością, a temperatura i zmiany gęstości materiału nie mają wpływu na dokładność pomiaru.

Przepływomierz masowy CO FLOW charakteryzują:

- niskie koszty utrzymania;
- łatwa instalacja w linii;
- łatwość w użyciu;



- odporność na kurz i zanieczyszczenia;
- niezawodność;
- konstrukcja modułowa.

Skontaktuj się z Mariusem Thomasem Rasmussenem – mtr@jesma.com – aby uzyskać więcej informacji na temat przepływomierza masowego SEG i możliwych zastosowań w Twoim zakładzie produkcyjnym. ■

reklama



Brak powtarzalności lub możliwości pomiaru trudnych materiałów sypkich?

Przepływomierze masowe SEG CO mierzą z dużą dokładnością i zapewniają długoterminową stabilność oraz minimalne przestoje w Twojej produkcji.

Dowiedz się więcej na www.s-e-g.com/massflow



Kontakt jesma@jesma.com

MP240 – monitoring i wizualizacja

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



zapisu zebranych danych jako pliki na zewnętrznym serwerze. Dodatkowa aplikacja MS Excel pozwala odczytywać zgromadzone dane i obserwować wyniki w postaci tabelarycznej i graficznej. Monitory MP240 są dostarczane jako standardowe oraz, na indywidualne zamówienie, w innych konfiguracjach, z inną wielkością ekranu i dedykowanym oprogramowaniem. ■

Marcin Świątliński

www.sem.pl, e-mail: sem@sem.pl

reklama

Monitoring produkcji
Wyświetlacze
Mierniki
Liczniki
www.sem.pl

SEM

Nazwa sekcji: Project Business

Projektowanie i wdrażanie rozwiązań pod klucz

Rozwiązania dla branży FMCG zapewniają wszystkie elementy wymagane do kompletnych rozwiązań automatyzacji. Pozwalają tworzyć kompaktowe i modułowe maszyny z szybszą instalacją oraz zredukowaną ilością hardware'u i software'u. Oferują wydajną automatyzację dzięki elastycznej architekturze oprogramowania opartej na aplikacjach. Ponadto umożliwiają łatwą integrację z istniejącymi środowiskami IT i IoT dzięki najlepszej łączności. Zapewniają bezpieczny dostęp i aktualizacje maszyn dzięki portalowi ctrlX Device Portal oraz są gwarantem długoterminowej obsługi serwisowej.

Technika przemieszczeń liniowych dla rozwiązań FMCG

Dysponujemy ponad 1000 standardowych komponentów i zestawów modułowych przeznaczonych do indywidualnych rozwiązań. Podstawowe kompetencje w zakresie prowadzenia, napędzania i manipulowania zapewniają doskonałe wsparcie przez cały cykl życia produktu.

Technologia montażu dla rozwiązań FMCG.

Połącz produkcję i logistykę

Wysokie kompatybilne, sprawdzone rozwiązania nastawione są na ciągłe zwiększanie wydajności. Modułowe rozwiązania sprzętowe i programowe do ręcznych i wysoko zautomatyzowanych procesów produkcyjnych. Zoptymalizowane procesy i przepływ materiałów dzięki oszczędnym, inteligentnym i połączonym sieciowo produktom skracając czas cyklu i konfiguracji. Innowacyjne rozwiązania autonomiczne i asystujące.

Nie martw się o czas.

Tworzymy rozwiązania dla Ciebie

Transportuj zapakowane towary bezpośrednio, wydajnie i szybko. Przechoń je bezpiecznie, czekając na wyschnięcie lub przygotowanie do następnego etapu produkcji. Podnoś i przenoś je precyzyjnie w celu obróbki lub załadunku na ciężarówkę. Dzięki platformie ctrlX AUTOMATION możesz sterować swoimi maszynami efektywnie. Wizualizuj strumienie produktów i śledź wskaźniki



KPI w czasie rzeczywistym. Połącz swoje urządzenia wedle swoich potrzeb, projektowanie odbywa się „w mgnieniu oka”. Rozwiązania *Plug & Produce* są stworzone dla szybkiego i prostego uruchamiania.

Ciche i szybkie rozwiązania dzięki przenośnikom łańcuchowym VarioFlow plus

- Mała potrzeba części zamiennych.
- Elastyczność dzięki licznym kombinacjom.
- Materiały zgodne z FDA, np. łożysko kulkowe ze stali nierdzewnej ze smarem dopuszczonym do kontaktu

z żywnością. Proste planowanie, konfiguracja i zamawianie za pomocą narzędzia do planowania rozmieszczenia.

VarioFlow plus oferuje: prosty montaż, ciche działanie, wysoką elastyczność i swobodę planowania

Szybka, bezawaryjna konfiguracja dzięki inteligentnej technice łączenia i bocznemu montażowi na szynie ślizgowej zoptymalizowane. Właściwości ślizgowe wymagają tylko kilku napędów i gwarantują energooszczędną pracę, wysoką moc napędu i pozwalają na dużą swobodę planowania.

NOWY STANDARD AUTOMATYZACJI DOPASOWANY DO CIEBIE

www.ctrlx-automation.com/pl

ctrlX
AUTOMATION

DWA KROKI
PRZED KONKURENCJĄ

rexroth
A Bosch Company

O firmie Bosch Rexroth

Jako jeden z największych na świecie dostawców technologii napędów i sterowania Bosch Rexroth gwarantuje sprawny, mocny i bezpieczny ruch w maszynach i systemach dowolnej wielkości. Firma łączy globalne doświadczenia praktyczne w segmentach zastosowań mobilnych, zastosowań maszyn i inżynierii oraz automatyki przemysłowej. Dzięki inteligentnym podzespołom oraz zindywidualizowanym systemom i usługom firma Bosch Rexroth tworzy środowisko umożliwiające pełną komunikację między poszczególnymi zastosowaniami. Bosch Rexroth oferuje klientom technologię napędów hydraulicznych i elektrycznych oraz ich sterowania, technologię przekładni oraz technologię przemieszczeń liniowych i montażu, w tym oprogramowanie i interfejsy Internetu Rzeczy. Firma prowadzi działalność w ponad 80 krajach, zatrudnia ponad 29 600 osób i odnotowała w 2020 r. przychody ze sprzedaży w wysokości ok. 5,2 mld EUR.

Grupa Bosch jest czołowym globalnym dostawcą technologii i usług. Zatrudnia około 394 500 pracowników na całym świecie (wg danych z 31 grudnia 2020 r.). Według wstępnych szacunków wygenerowała w 2020 roku obrót w wysokości 71,6 mld euro. Firma prowadzi działalność w czterech sektorach: rozwiązania mobilne, technologia przemysłowa, artykuły konsumpcyjne oraz energetyka i budownictwo. Będąc wiodącą firmą w świecie Internetu Rzeczy (IoT), Grupa Bosch oferuje innowacyjne rozwiązania dla inteligentnych domów, Przemysłu 4.0 oraz mobilności usieciowanej. Wizją grupy Bosch jest mobilność, która jest rozwijana w sposób zrównoważony, bezpieczny i ciekawy. Bazując na swoim doświadczeniu w dziedzinie technologii czujników, oprogramowania oraz usług, a także wykorzystując własną chmurę IoT Cloud, Bosch oferuje klientom zintegrowane i wszechstronne rozwiązania pochodzące od jednego dostawcy. Strategicznym celem Grupy Bosch jest ułatwianie łączności za pomocą produktów i rozwiązań wykorzystujących sztuczną inteligencję (AI) albo stworzonych lub wyprodukowanych przy jej pomocy. Innowacyjne produkty



i usługi Grupy Bosch poprawiają jakość życia, jednocześnie budząc entuzjazm użytkowników. W skrócie Bosch tworzy technologię, która jest „stworzona do życia”. Grupę Bosch reprezentuje spółka Robert Bosch GmbH oraz około 440 spółek zależnych i regionalnych w 60 krajach świata. Z uwzględnieniem dystrybutorów i partnerów serwisowych, globalna sieć produkcyjna, inżynieryjna i handlowa Grupy Bosch jest obecna niemal we wszystkich krajach na świecie. Innowacyjna moc stanowi podstawę dalszego wzrostu przedsiębiorstwa. Grupa Bosch zatrudnia 73 000 współpracowników zajmujących się pracami

badawczo-rozwojowymi w 126 miejscach na całym świecie, a także około 30 000 twórców oprogramowania. ■

rexroth
A Bosch Company

Bosch Rexroth Sp. z o.o.

ul. Jutrzenki 102/104

02-230 Warszawa

tel. 22 738 18 00

fax 22 758 87 35

e-mail: info@boschrexroth.pl

www.boschrexroth.pl

MOSCA – kompleksowe rozwiązania z zakresu pakowania końcowego

Niemiecka firma MOSCA GmbH jest producentem wysokiej jakości maszyn i materiałów do wiązania pakietów i palet oraz dostawcą kompletnych systemów pakowania w zakładach przemysłowych. Portfolio maszyn MOSCA obejmuje zarówno uniwersalne urządzenia o szerokim zakresie zastosowań, jak i wyspecjalizowane, w pełni zautomatyzowane maszyny o wysokiej wydajności, które można integrować z automatyczną linią produkcyjną. W jednym z najnowocześniejszych zakładów w Europie MOSCA produkuje też taśmy PP i PET. Międzynarodowa sieć dystrybucji, serwisu i doradztwa MOSCA umożliwia spółce obsługę klientów na całym



Zakład produkcji taśm PET i PP w Muckental (Niemcy) – nowoczesna, w pełni zautomatyzowana fabryka. Całodobowy proces produkcyjny jest przyjazny dla środowiska. Energia wykorzystywana do produkcji pochodzi m.in. z paneli słonecznych

świecie. MOSCA powstała w 1966 roku w niemieckim Waldbrunn jako firma rodzinna. Dziś posiada już 26 oddziałów w 18 krajach świata i 6 zakładów produkcyjnych w Niemczech, Malezji, Kanadzie i USA. Spółka zatrudnia łącznie ponad 1000 pracowników. Dzięki swojemu

ciągłemu rozwojowi już od ponad 55 lat MOSCA utrzymuje pozycję rynkowego lidera w zakresie nowoczesnych technologii i jakości produktów.

Po szczegółowe informacje zapraszamy na naszą stronę internetową: www.mosca.com. ■

reklama



MOSCA®

EXCELLENCE IN STRAPPING SOLUTIONS

WIĄZARKA EVOLUTION SONIXS MP-6 R-VA

- Przeznaczona do pracy w przemyśle spożywczym
- Wykonana ze stali nierdzewnej – możliwość mycia wodą
- Wydajność do 35 wiązań na minutę
- Prosta w eksploatacji i konserwacji
- Bardzo niskie zużycie prądu

OFERTA MOSCA

- Wiązarki półautomatyczne, automatyczne, prasy do palet i foliarki
- Taśmy wiążące PP i PET
- Części zamienne do wiązarek MOSCA
- Autoryzowany serwis

MOSCA DIRECT POLAND Sp. z o.o.

tel.: +48 22 870 00 33 • www.mosca.com

Nie możesz wziąć udziału w targach? Odwiedź nas online!

<https://360-showroom.mosca.com/>

Dozowniki HETHON – precyzyjne podawanie proszków, granulatów, barwników, ziaren

Firma HETHON od 1989 roku produkuje dozowniki materiałów sypkich z elastycznymi ściankami. W urządzeniach tych wykorzystuje się łagodne masowanie zewnętrznych powierzchni zbiornika tak, że podczas dozowania zapobiega się zbijaniu, zawieszaniu się oraz tunelowaniu nawet przy najtrudniejszych materiałach. Łagodne działanie nie powoduje degradacji, segregacji czy też aglomeracji. Zewnętrzne masowanie daje całkowite wypełnienie zwojów ślimaka produktem o jednorodnej gęstości. W kombinacji z bardzo dokładną liczbą obrotów ślimaka dozowniki HETHON są kluczem do dokładnego dozowania. Jednak najbardziej optymalnym sposobem

dozowania materiałów sypkich jest stosowanie systemu *Loss in Weight*, dzięki czemu zawartość dozownika HETHON, razem ze zbiornikiem zwiększającym łączną pojemność układu, może być podawana porcjami lub w sposób ciągły z „platformy wagowej”. W ten sposób jest możliwe podawanie ciągłego strumienia materiału do procesu w kg/h. Przy zastosowaniu systemu *Loss in Weight* podawanie lub dozowanie porcji jest znacznie szybsze niż przy wszystkich innych systemach gravimetrycznych, ponieważ nie traci się czasu na tarowanie wagi.

Oprócz dozowników w ofercie znajdują się dodatkowe zbiorniki ze stali nierdzewnej oraz podajniki giętkie.



Na rynku polskim interesy firmy HETHON reprezentuje firma BRINPOL. Od 1996 roku dostarcza dozowniki do różnych gałęzi przemysłu:

- **przemysł tworzyw sztucznych**
 - podawanie pigmentów do mikserów,
 - podawanie granulatów do wycłaczarek,
 - dozowanie kredy jako wypełniacza,
 - dozowanie ścinek do głównej linii produkcyjnej;
- **przemysł spożywczy**
 - podawanie dodatków smakowych, zapachowych, napełnianie słoików, torebek, worków,
 - posypywanie ziołami produktów,
 - wypełnianie worków, torebek młkiem w proszku;
- **przemysł chemiczny**
 - dozowanie chemikaliów do procesów;
- **przemysł lakierniczy**
 - dozowanie pigmentów;



Stacja rozworkowywania z dozownikiem



- **przemysł kosmetyczny**
 - dozowanie dodatków do procesu;
- **przemysł szklarski**
 - podawanie glinki, emalii, barwników;
- **przemysł farmaceutyczny**
 - dozowanie produktów wg receptury,
 - wypełnianie produktów sterylnych;
- **przemysł gumowy**
 - dozowanie wg receptury;
- **inne**
 - dozowanie tonerów do kopiarek,
 - dozowanie żwiru.

Zalety dozowników oferowanych przez firmę BRINPOL:

- dozowanie materiałów zbrylających i zawieszających się;
- system szybkiego demontażu do czyszczenia zbiornika;
- bardzo niskie koszty eksploatacji;
- łatwa wymiana ślimaka i dyszy;
- szczelne łożyska;
- znak CE;
- certyfikat FDA;
- wykonanie ATEX.

Specyfikacja techniczna wybranych modeli dozowników

Model		30	40	60	80
Wydajność	l/h	0,015-45	0,7-150	25-1500	150-20 000
Pojemność	l/h	1	10	30	90
Wymiary	cm	22×23×24	40×40×32	60×60×42	80×80×65

BRINPOL

SINCE 1994

Przedsiębiorstwo Handlowo-Usługowe

BRINPOL Jarosław Brinken

ul. Królewska 35

05-502 Bogatki

tel./fax 22 757 36 51

tel. kom. 501 041 986

e-mail: brinpol@brinpol.com.pl

www.brinpol.com.pl

reklama

Firma HETHON od 1989 r. produkuje dozowniki materiałów sypkich z elastycznymi ściankami. W urządzeniach tych wykorzystuje się łagodne masowanie zewnętrznych powierzchni zbiornika tak, że podczas dozowania zapobiega się zbijaniu, zawieszaniu się oraz tunelowaniu, nawet przy najtrudniejszych materiałach. Łagodne działanie nie powoduje degradacji, segregacji czy też aglomeracji.

Wyłącznym przedstawicielem firmy HETHON na Polskę jest firma BRINPOL, która od 1996 r. dostarcza dozowniki do różnych gałęzi przemysłu:

- **Tworzyw sztucznych** (podawanie pigmentów do mikserów, podawanie granulatów do wylączarek, dozowanie kredy jako wypełniacza, dozowanie ścianek do głównej linii produkcyjnej);
- **Spożywczy** (podawanie dodatków smakowych, zapachowych, napełnianie słoików, torebek, worków, posypywanie ziołami produktów, wypełnianie worków, torebek mlekiem w proszku);
- **Chemiczny** (dozowanie chemikaliów do procesów);
- **Lakierniczy** (dozowanie pigmentów);
- **Szklarski** (podawanie glinki, emalii, barwników);
- **Farmaceutyczny** (dozowanie produktów wg receptury, wypełnianie produktów sterylnych);
- **Gumowy** (dozowanie wg receptury);
- **Inne** (dozowanie tonerów do kopiarek, dozowanie żwiru).

Zalety dozowników oferowanych przez firmę BRINPOL:

- dozowanie od 0,015 l/h do 20 000 l/h (w zależności od typu dozownika);
- dozowanie materiałów zbrylających i zawieszających się;
- system szybkiego demontażu do czyszczenia zbiornika;
- bardzo niskie koszty eksploatacji;
- łatwa wymiana ślimaka i dyszy;
- prosty układ poruszania się;
- szczelne łożyska;
- znak CE.

BRINPOL

SINCE 1994

**Specjalista w dostawach urządzeń,
części i narzędzi
do transportu pneumatycznego
i hydraulicznego materiałów**



Maksymalna przyjazność dla użytkownika na minimalnej przestrzeni

Minebea Intec wprowadza na rynek automatyczny system ważąco-etykietujący

Minebea Intec, wiodący producent wag i urządzeń kontrolnych, wprowadza WPL-A, swój pierwszy automatyczny system ważąco-etykietujący. Rozwiązanie do etykietowania to idealny i kompletny pakiet dla klientów z branży spożywczej: ważenie, obliczanie ceny, etykietowanie i identyfikowalność produktu w jednym urządzeniu.

Automatyczny system ważąco-etykietujący WPL-A jest najbardziej niezawodnym, łatwym do przystosowania i użycia rozwiązaniem do szybkiego etykietowania, które zajmuje bardzo mało miejsca i posiada intuicyjne oprogramowanie. Zaprojektowany zgodnie z wytycznymi dotyczącymi konstrukcji higienicznych system, dzięki jego przemysłowym komponentom i inteligentnym funkcjom, można stosować we wszystkich sektorach przemysłu spożywczego.

Oszczędność czasu i miejsca: w jaki sposób WPL-A optymalizuje etykietowanie

Jedną z głównych zalet systemu etykietowania WPL-A jest modułowa konstrukcja, umożliwiająca łatwe dostosowanie do potrzeb klienta, który płaci tylko za to, czego faktycznie potrzebuje. Materiały konstrukcyjne są doskonale dopasowane do wymagań przemysłu spożywczego – stal nierdzewna i konstrukcja zgodna z wytycznymi dotyczącymi higienicznych projektów umożliwiają szybkie i łatwe czyszczenie, co oznacza oszczędności kosztów. Materiał jest szczególnie odporny ze względu na stopień ochrony IP65, natomiast w razie potrzeby do czyszczenia można wyjąć części, takie jak taśmy. System charakteryzuje się interoperacyjnością – otwarte interfejsy pozwalają na szybką i łatwą integrację z produkcją, jak również skuteczną komunikację z innymi urządzeniami.



Łatwe w użyciu rozwiązanie z wieloma opcjami dostosowywania do potrzeb klienta

Atutem WPL-A jest także intuicyjna obsługa. 19-calowy ekran dotykowy umożliwia łatwą pracę dzięki zrozumiałemu językowi opartemu na ikonach – na ekranie wyświetlane są ważne dane produkcyjne, statystyki i aktualnie tworzone etykiety. Etykiety drukowane są w ramach czterech konfigurowalnych opcji drukowania – drukarki mogą naklejać etykiety na produkt od góry lub od dołu, a także zapewniają etykietowanie typowych wariantów opakowań, np. typu *C-wrap* lub *full-wrap*. Czujniki produktu mogą również obsługiwać jasne lub przezroczyste produkty i opakowania.

Co do technologii druku, klient ma do wyboru druk termiczny lub termotransferowy, jeżeli produkty są wrażliwe na ciepło.

Szybkie drukowanie dzięki nowoczesnej technologii

Etykiety można dostosowywać za pomocą oprogramowania Nexus Label Design, którego liczne opcje zapewniają zgodność z globalnymi wytycznymi: na potrzeby drukowania dostępne są informacje o wartościach odżywczych, BIS, czcionki, symbole, a nawet kody kreskowe 2D lub symbole GS1.



System etykietowania spełnia także wymagania wszystkich obowiązujących przepisów, które są istotne w branży spożywczej: WPL-A jest zatwierdzony zgodnie z NTEP (amerykańskim programem National Type Evaluation Program) organizacji NWCN oraz MID (dyrektywą w sprawie przyrządów pomiarowych). Ponadto wyposażony jest w moduł oprogramowania E-Mark, który zapewnia drukowanie danych statystycznych. Aby zapewnić identyfikowalność, każda etykieta zawiera unikalny numer opakowania, partii, identyfikator użytkownika i maszyny, które można przesyłać do systemów ERP za pomocą otwartych protokołów.

reklama

Dzięki zaawansowanym technologiom kompresji druku WPL-A cechuje się dużą szybkością drukowania – do 125 etykiet na minutę.

To, co najlepsze w obu technologiach: nasze produkty dla przemysłu spożywczego

– Dzięki WPL-A poszerzamy naszą ofertę dla przemysłu spożywczego. Oprócz bardzo precyzyjnych rozwiązań kontrolnych i ręcznego systemu ważąco-etykietującego WPL-S oferujemy teraz rozwiązanie, które ułatwia automatyzację w branży spożywczej – mówi Sara Vivanco, Menedżer ds. Produktu w Minebea Intec. – Klienci często muszą wybierać pomiędzy ręcznym, czasochłonnym rozwiązaniem do etykietowania a zautomatyzowanym, uciążliwym w obsłudze urządzeniem. W naszym nowym produkcie łączymy to, co najlepsze w obu technologiach: szybkie rozwiązanie, które zapewnia również użytkownikowi wygodę na wszystkich poziomach. ■

Minebea
intec
The true measure

Minebea Intec Poland Sp. z o.o.
ul. Wrzesińska 70, 62-025 Kostrzyn
tel. 61 656 02 98
e-mail: biuro.pl@minebea-intec.com
www.minebea-intec.com

Wagi i systemy kontroli Nasza oferta dla przemysłu



Minebea Intec Poland Sp. z o.o.
ul. Wrzesińska 70, 62-025 Kostrzyn
Tel. 61 656 02 98
e-mail: biuro.pl@minebea-intec.com

Dostarczamy produkty, rozwiązania i usługi dla przemysłu zwiększające niezawodność, bezpieczeństwo i wydajność linii produkcyjnych i pakujących:

- do kontroli produktów wchodzących i wychodzących;
- dla procesów automatycznych i ręcznych;
- łącznie z kontrolą napełniania i pakowania.

Nasza oferta obejmuje m.in. wagi dynamiczne i nieautomatyczne, detektory metali, systemy rentgenowskie, systemy etykietujące i wizyjne.

www.minebea-intec.com

Minebea
intec
The true measure

Higieniczna ochrona kabli w procesie produkcyjnym żywności

Wszystkie instalacje i elementy linii produkcyjnej pracujące w przemyśle żywnościowym mają bardzo wysokie wymagania higieniczne.

Maszyny są myte detergentami i środkami chemicznymi, które mogą uszkodzić instalację elektryczną, gdy nie zostanie ona dobrze zabezpieczona.

Tradycyjnie do montażu przewodów wchodzących do obudowy maszyny czy urządzenia stosuje się dławnice ze stali nierdzewnej kwasoodpornej.

My proponujemy sprawdzone rozwiązanie w ramach Systemu Ochrony PMA, zapewniające w pełni higieniczną ochronę przewodów prowadzonych przy maszynie lub pomiędzy maszynami i urządzeniami sterującymi, które stanowi lepszą alternatywę dla dotychczasowych rozwiązań. Nie trzeba stosować drogich przewodów z izolacją odporną na pianowanie i mycie pod ciśnieniem oraz dławnic ze stali nierdzewnej kwasoodpornej. Warto rozważyć system ochrony: rury + końcówki i uchwyty do prowadzenia wzdłuż obudowy, który jest systemem o IP69. Zapewnia on ochronę przed wnikaniem cieczy i agresywnych środków również w czasie mycia gorącą wodą pod ciśnieniem, wysoką odporność chemiczną, szczególnie na detergenty oraz produkty stosowane do mycia instalacji.



Rozwiązanie posiada pozytywne opinie ECOLAB, FDA i zostało zastosowane m.in. przez producentów maszyn do mycia warzyw i owoców, producentów maszyn do obróbki mięsa i przetwórstwa owoców morza.

Za co zostało docenione to rozwiązanie?

Jeden z producentów maszyn stosowanych w procesie obróbki pikantnego i słonego łososia do-



ceniał łatwość mycia instalacji, bowiem niebieskie rury JFBD (element systemu PMA) są pokryte przezroczystą powłoką ułatwiającą utrzymanie rur w czystości, z dala od bakterii.

Rury PMA zostały zastosowane w maszynie dozującej pieprz i sól do łososia. Stara maszyna została dostosowana w taki sposób, że skanowała każdy produkt w danej serii produkcyjnej laserem i później dozowała proporcjonalnie sól i pieprz w zależności od wielkości kawałka łososia, po to, aby każdy kawałek tak samo smakował, był doprawiony. Przy okazji modernizacji

maszyny zastosowano profesjonalną ochronę kabli z gładką zewnętrzną powłoką pomiędzy korbami rur, co pozwoliło zapewnić wysokie wymagania higieniczne i antybakteryjne, a było to niezwykle ważne, gdyż ten proces dozowania odbywał się bezpośrednio nad nieosłoniętą żywnością (kawałkami łososia).

Rury JFBD w połączeniu z końcówkami PMA (JKNH z tworzywa zatwierdzonego przez FDA lub JENQ ze stali nierdzewnej kwasoodpornej 316) zapewniają naprawdę elastyczne połączenie, które chroni przewody przed uszkodzeniami mechanicznymi i czynnikami środowiskowymi oraz działaniem agresywnych środków chemicznych. Rozwiązanie jest rozsądnym stosunkiem ceny do wymagań i parametrów użytkowych. Mamy rury bardzo elastyczne, które mogą pracować zarówno w statycznych, jak i dynamicznych miejscach, a jednocześnie są one gładkie, przez co łatwe do utrzymania w czystości (ewentualne resztki produktów łatwo usunąć z powierzchni).



W ofercie są dostępne również metalowe rury antyseptyczne z powłoką zawierającą jony srebra. Dodatek antybakteryjny atakuje bakterie, redukując ich ilość nawet o 80% po pierwszych 15 minutach i aż o 99% już po dwóch godzinach.

Wszystkie powyższe rozwiązania spełniają standardy ECOLAB.

Mamy wiele produktów dedykowanych do stref czystych – zapraszamy do kontaktu. ■



ASTE Sp. z o.o.
Kowale, ul. Magnacka 25
80-180 Gdańsk
www.aste.pl

Koryta Mini Mesh - dla małej ilości przewodów

Grupa produktów Mini Mesh została zaprojektowana z myślą o prowadzeniu pojedynczych przewodów wzdłuż maszyn czy obudów.

Koryta te są przeznaczone dla małej ilości kabli i posiadają różne kształty oraz dedykowaną grupę akcesoriów montażowych. Mogą być montowane w instalacjach o podwyższonych standardach zachowania czystości, np. w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, gdyż są odporne na mycie detergentami i zabrudzenia. ■



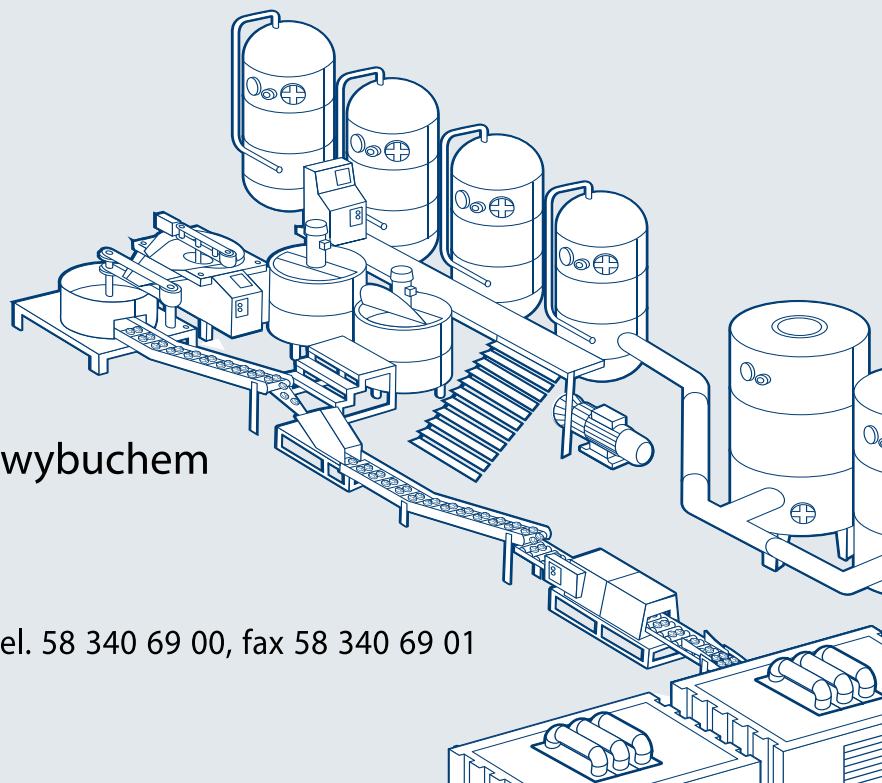
ASTE Sp. z o.o.
www.aste.pl

reklama



produkty dla przemysłu spożywczego i stref czystych

- opaski metalizowane
- szyldy metalizowane
- ochrony kabli
- koryta siatkowe
- dławnice ze stali
- taśmy i opaski ze stali
- produkty do stref zagrożonych wybuchem



ASTE Sp. z o.o.

Kowale, ul. Magnacka 25, 80-180 Gdańsk, tel. 58 340 69 00, fax 58 340 69 01

e-mail: aste@aste.pl, www.aste.pl

Waga porcjująca FAWAG – bo precyzja to podstawa

Lubelskie Fabryki Wag FAWAG S.A. działają na rynku ponad 140 lat, mając na swoim koncie imponującą ilość realizacji – również tych nietypowych, które Państwu prezentujemy w wydaniach tego kwartalnika. Wraz z biegiem czasu spółka reaguje na zmiany i idący postęp. Realizuje projekty, które wymagają wprowadzania zmian i poświęcenia czasu pracy naszych specjalistów.

W ostatnim numerze kwartalnika „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie” prezentowaliśmy Państwu naszą wagę typu Big-Bag do ważenia materiałów sypkich z możliwością użycia podestu wibracyjnego, który umożliwi zagęszczenie materiału naważanego. Waga ta przeznaczona była do dużych worków Big-Bag. W tym numerze prezentujemy wagę przemysłową stworzoną również do zadań specjalnych – do precyzyjnego ważenia i porcjowania materiału m.in. w małe worki Big-Bag. Prezentowana poniżej waga porcjująca nie tylko stworzona jest do precyzyjnego naważania, ale również jest przeznaczona do materiałów o dużej wilgotności i łatwopalnych, czyli potencjalnie trudnych do zważenia.



Zespół projektowy Lubelskich Fabryk Wag FAWAG S.A. dostał wyzwanie, w którym poradził sobie z ważeniem i precyzyjnym dozowaniem materiału łatwopalnego oraz lepiącego się do ścianek przy nasypie. Waga została zaprojektowana tak, aby maksymalnie ułatwić porcjowanie materiału przy zachowaniu maksymalnych środków bezpieczeństwa.

Na konstrukcji ramy znajdują się zamontowane układy wspomagające opróżnianie worka. Waga wyposażona jest w podajnik wibracyjny służący do transportu oraz dozowania materiału. Sterowanie pracą podajnika wibracyjnego oraz klapą blokującą realizowane jest podaniem zadanej porcji materiału.

Lubelskie Fabryki Wag FAWAG

WAGI Z POTENCJAŁEM



Nasza oferta standardowa obejmuje wagi:

- sklepowe
- do zabudowy
- przemysłowe
- techniczne
- samochodowe
- inwentarzowe
- osobowe
- hakowe
- kolejkowe

Specjalizujemy się również w wagach
niestandardowych - na zamówienie typu:

- wagi sortujące
- dozujące (typu Big-Bag)
- porcjujące
- i inne

Indywidualne podejście to nasza
specjalność. Oferujemy usługi projektowe,
serwisowe, montażowe, szkoleniowe
oraz usługi doradcze.

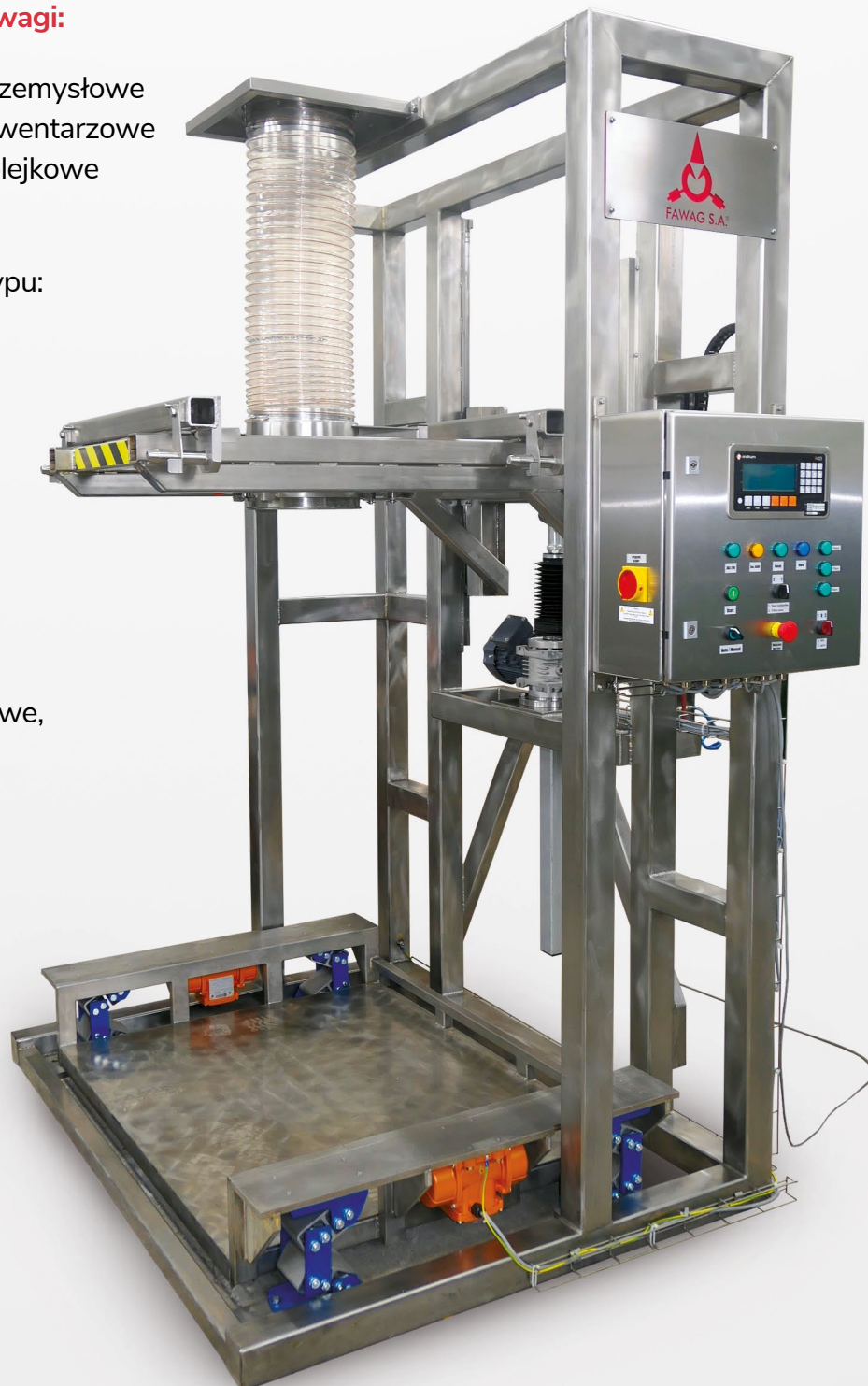
Lubelskie Fabryki Wag FAWAG S.A.

Dział handlowy:

T: +48 81 44 52 925

E: handlowy@fawag.pl

fawag.pl





Konstrukcja układu wibracyjnego osadzona jest również na wibroizolatorach walcowych, które w dużej części eliminują przeniesienia drgań na konstrukcję układu ważącego. Zbiornik wagowy wyposażony jest w układ kłapy blokującej, której zmiana położenia jest realizowana poprzez siłownik pneumatyczny. Po naważeniu odpowiedniej porcji następuje otwarcie kłapy zbiornika wagowego. Naważona porcja poprzez zespół zsypu trafia do zamocowanego na zsypie worka. Na zespole zsypu zamocowany jest mechanizm uchwytu worka. Pod układem zsypu znajduje się stojak, który jest regulowany w zależności od wielkości porcji.

Działanie układu porcjowania:

- odmierzanie zadanej porcji (waga porcjująca sumująca) ze zbiornika nadwagowego do zbiornika wagowego;
- podawanie materiału wibracyjnym podajnikiem rurowym – napęd pneumatyczny;
- dwie prędkości podawania, klapka dosypkowa limitująca ilość podawanego materiału;
- sygnalizacja „PORCJA GOTOWA” w zbiorniku wagowym;
- manualne uruchomienie procesu wysypu do worka.

Prezentowane stanowisko jest tylko jednym z wielu przykładów naszych realizacji. Adaptujemy wagi do istniejących linii produkcyjnych, systemów nasypu (np. podajników ślimakowych, taśmociągów itp.). Proponujemy stacje napełniania o różnym stopniu zautomatyzowania. ■



Lubelskie Fabryki Wag FAWAG S.A.

ul. Łęczyńska 58

20-954 Lublin

tel. 81 445 29 25

e-mail: handlowy@fawag.pl

www.fawag.pl

www.fawagws1.pl

Linie technologiczne w przemyśle spożywczym

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom producentów produktów sypkich przeznaczonych dla branży spożywczej P.W. DREWMAX od 28 lat udoskonala i wdraża najnowsze rozwiązania w zakresie dozowania, ważenia i pakowania produktów na bazie serwatki i mleka w proszku. Wieloletnie doświadczenie naszej firmy w kompleksowej realizacji linii technologicznych sprawia, że wykonywane przez nas projekty gwarantują najwyższą jakość na każdym etapie procesu produkcji, począwszy od precyzyjnego naważania i dozowania surowców, poprzez szczelne zamknięcie opakowań jednostkowych, a kończąc na stabilnym ułożeniu worków na paletach i ich zabezpieczeniu folią.

Indywidualizacja procesu produkcji

W ostatnim roku zauważyliśmy wzrost zainteresowania liniami technologicznymi przeznaczonymi do mieszania i pakowania produktów sypkich na bazie proszków pochodzących z przetworzenia mleka oraz serwatki. Należy zwrócić uwagę, że każdą linię technologiczną cechują inne założenia oraz parametry pracy. Aby sprostać indywidualnym wymaganiom producentów proszków mlecznych, nasi specjaliści z działu konstrukcyjnego za każdym razem opracowują indywidualnie dedykowane projekty linii technologicznych.

Cechą charakterystyczną wszystkich linii technologicznych jest konieczność dozowania do mieszarki wielu różnych surowców jednocześnie. Z tego względu nasze linie technologiczne zapewniają możliwość dozowania składników zarówno z opakowań typu Big-Bag, jak również z mniejszych opakowań jednostkowych. Niewątpliwą zaletą wdrażanych przez nas rozwiązań jest możliwość przygotowania mniejszych porcji produktów w stacji mikrodozowania, które zanim trafią do mieszarki, są odważane w wadze zbiornikowej. Rodzaj oraz wielkość mieszarki zawsze dobieramy indywidualnie w zależności od wydajności linii technologicznej oraz rodzaju surowców. W celu zapewnienia standardów obowiązujących w przemyśle spożywczym zanim wymieszany produkt trafi do opakowań jednostkowych, przechodzi przez szereg urządzeń kontrolnych. W naszych liniach technologicznych integrujemy wysokiej jakości przesiewacze wibracyjne, separatory magnetyczne oraz detektory metali.

Od wielu lat nasze linie ważąco-pakujące wyznaczają standardy jakości i innowacyjności pakowania produktów sypkich w worki otwarte. Linia ważąco-pakująca w połączeniu z paletyzatorem, wyposażonym w automatyczny magazyn palet i podajnik przekładek, oraz owijkarką z zakładarką górnych arkuszy foliowych lub kapturownicą stanowią

obecnie nieodłączne elementy każdej linii technologicznej. Dodatkowe wyposażenie, tj. automatyczne aplikatory etykiet z drukarkami, wagi kontrolne, bramowe detektory metali, dyskryminatory worków, zapewniają pełną automatyzację procesu produkcji, dzięki czemu możliwe jest zmniejszenie liczby operatorów pracujących przy linii.

W celu sprostania wysokim wymaganiom z zakresu higieny, urządzenia wchodzące w skład linii technologicznej wykonane są zgodnie ze standardami dla przemysłu spożywczego i zawierają rozwiązania zapewniające ich łatwe i dokładne czyszczenie.

Automatyka i system sterowania


System sterowania, opracowywany przez naszych specjalistów z zakresu automatyki przemysłowej, stanowi kolejny element zapewniający uzyskanie zakładanych parametrów pracy linii technologicznej. Wszystkie maszyny wchodzące w skład realizowanych przez nas instalacji komunikują się ze sobą w oparciu o jeden system sterowania. Operator nadzoruje proces produkcji za pomocą dotykowego panelu operatorskiego, na którym wyświetlane są komunikaty dotyczące aktualnej produkcji oraz alarmy. ■

 Marta Godula

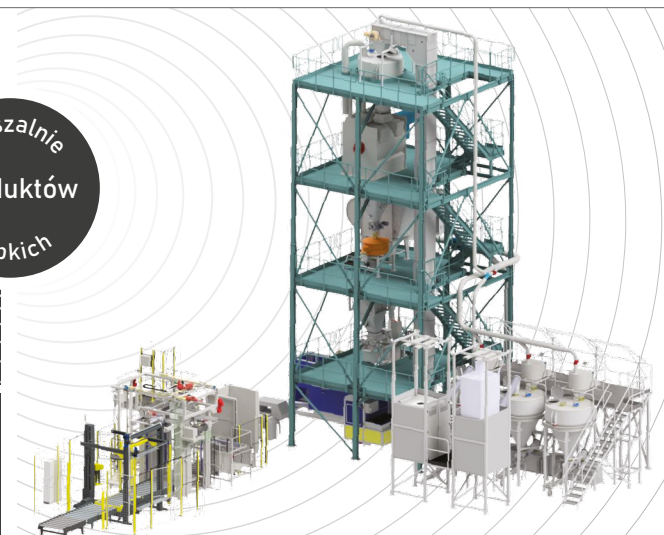
reklama



Paletyzacja
Stacje Mikrodozowania
Linie Ważąco - Pakujące
Automatyka Przemysłowa
Kompletne Linie Technologiczne

P.W. Drewmax Tadeusz Sąsiadek i Wspólnicy Sp. J.
ul. Strzelecka 5 47-230 Kędzierzyn-Koźle
☎ +48 77 481 01 22  drewmax.net.pl

Mieszalnie
Produktów
Sypkich



Nowoczesne rozwiązania w liniach do pakowania

Maszyny BEM410 i TCM100 już dostępne

Firma Blumenbecker Engineering Polska jest jednym z liderów na rynku integratorów automatyki przemysłowej w Polsce. Jedną ze specjalizacji firmy Blumenbecker jest projektowanie i budowa linii pakowania i paletyzacji dla firm z branży meblowej

Na standardowy proces pakowania mebli składają się następujące czynności:

1. Formowanie pudła kartonowego.
2. Ręczne pakowanie produktów do kartonów.
3. Zamknięcie i zaklejenie pudła z elementami mebli.
4. Naklejenie lub nadruk etykiety na pudło.
5. Przygotowanie palet i układanie pudeł na palety.
6. Zabezpieczenie pudeł z gotowym produktem na paletce za pomocą band ochronnych, zabezpieczeń kartonowych, narożników ochronnych, jak również folii *stretch*.
7. Naklejenie etykiety paletowej.
8. Sztaplowanie palet przed magazynem.

Celem firmy Blumenbecker jest zautomatyzowanie wszystkich powyższych czynności, co znacząco przyczyni się do unowocześnienia obszarów pakowania mebli oraz do przesunięcia pracowników do innych, mniej uciążliwych zadań.

Kolejnym milowym krokiem w realizacji tej misji są wprowadzone w ostatnim czasie na rynek dwa nowe urządzenia:

1. Nowoczesna i bardzo wydajna maszyna do formowania kartonów serii BEM.
2. Maszyna do zaginania i sklejania palet Tray TCM100.

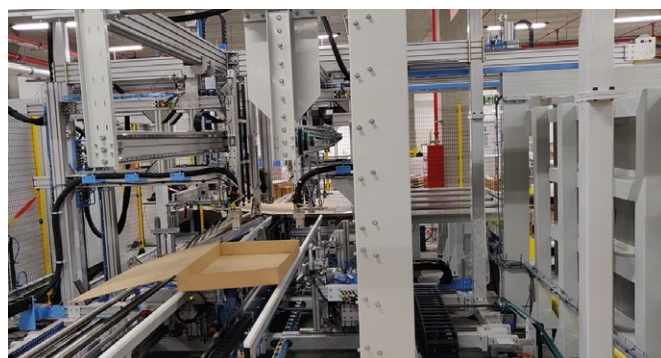
BEM410

Maszyna do formowania kartonów BEM410 powstała w celu automatyzacji procesu składania pudeł kartonowych Fefco 410 potrzebnych do pakowania mebli.

Cały proces przebiega w sposób automatyczny i podzielony jest na sześć etapów, które zostały przedstawione na schemacie poniżej.

Są to: załadowanie stosu kartonów, pobranie arkusza kartonowego ze stosu, pozycjonowanie, zaginanie, formowanie do wymaganego kształtu, a następnie sklejenie ścian bocznych i wydanie gotowego produktu z maszyny. Pudła są sklejanie klejem termotopliwym (*Hot melt*).

Wykorzystanie w urządzeniu serwonapędów elektrycznych czyni maszynę niezwykle wydajną oraz daje możliwość automatycznego jej przebrojenia do szerokiego zakresu wymiarów formowanych kartonów.



Dostępna jest również wersja obsługująca dwuczęściowe kartony serii Fefco 300. W tym wypadku górne wieko pudła kartonowego dokładane jest automatycznie w późniejszym etapie procesu.

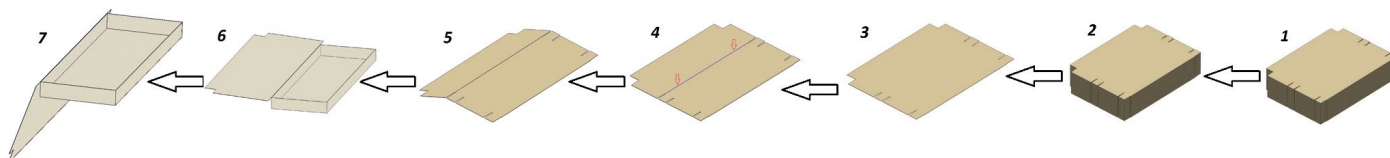


Dodatkowe cechy maszyny

- Szeroki zakres wymiarów obsługiwanych kartonów.
- Automatyczne przezbijanie do danej wielkości kartonu.
- Brak przestojów podczas wymiany palety z kartonami.
- Modułowa budowa maszyny.

Korzyści dla klienta

- Redukcja kosztów osobowych.
- Stabilna wysoka wydajność.
- Powtarzalna jakość produktów.
- Szybkie dostosowanie do zmian produkcyjnych.





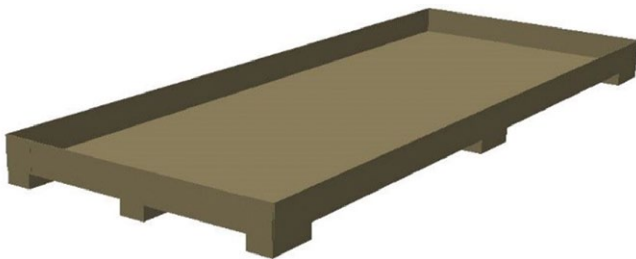
TCM100

Drugim urządzeniem jest maszyna zamykająca Tray TCM100, która jest innowacyjnym automatycznym urządzeniem do obsługi palet i zabezpieczeń tekturowych w procesie zabezpieczenia ładunku.

Palety i zabezpieczenia tekturowe są lekkie, higieniczne i suche, a także ekologiczne i w stu procentach poddają się recyklingowi.

W procesie produkcji bardzo ważnym aspektem jest odpowiednie zabezpieczenie gotowych wyrobów, aby nie doznały uszkodzeń podczas transportu. Któż bowiem chciałby kupować produkt w pogniecionym opakowaniu? Wychodząc z takiego założenia, firmy produkujące meble podjęły działanie, aby usprawnić ten etap produkcji. Efektem ich prac jest nowy typ palet oraz pokryw tekturowych zabezpieczających ładunek mebli wyposażonych w bandy ochronne.

Elementy tego typu otrzymały nazwę „Tray”. Poniżej pokazano gotową paletę typu Tray.



Wprowadzenie do zakładów produkcyjnych palet nowego typu stworzyło konieczność opracowania metod i maszyn umożliwiających automatyzację procesu pakowania z wykorzystaniem palet typu Tray.

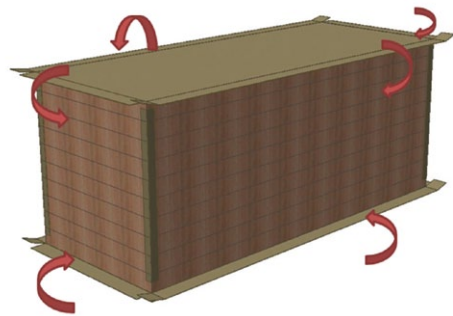
W odpowiedzi na to zapotrzebowanie inżynierowie z firmy Blumenbecker zaprojektowali i wykonali innowacyjne urządzenie, które w zależności od konfiguracji posiada następujące funkcje:

- zagina i skleja boki palety tekturowej wyposażonej w bandy ochronne, tzw. paleta Tray;
- pozycjonuje, zagina i skleja boki pokrywy tekturowej zabezpieczającej ładunek od góry, tzw. Top Tray;
- pobiera z magazynku i aplikuje tekturowe narożniki ochronne.

Dodatkowo w celu dokładniejszego działania wykonuje pomiar obrysu ładunku. Wykorzystanie serwonapędów elektrycznych skutkuje dużą wydajnością maszyny i daje możliwość automatycznego dostosowania maszyny do szerokiego zakresu wymiarów palet i zabezpieczeń.

Zastosowanie maszyny zamykającej Tray TCM100 w linii produkcyjnej pozwala na jej ciągłą, nieprzerwaną pracę bez konieczności ręcznego zaklejania palet i nakładania narożników przez długi czas. Zmniejsza to liczbę osób potrzebnych do obsługi linii, co daje realne oszczędności przy produkcji.

Automatyczna maszyna zamykająca TCM100 składa się z czterech niezależnych kolumn. Została zaprojektowana tak, aby obsługiwać szeroki zakres wymiarów ładunków, co spełnia bieżące wymagania producentów mebli. Czyni to z niej jedną z najbardziej uniwersalnych maszyn występujących na liniach pakowania.



Dodatkowe cechy maszyny

- Jedyna maszyna na rynku o takich parametrach, obsługująca pełny zakres operacji zabezpieczenia ładunku na paletach tekturowych z zabezpieczeniem górnym i narożnikami ochronnymi
- Duża wydajność.
- Szeroki zakres wymiarów obsługiwanych palet i zabezpieczeń tekturowych.
- Możliwość łatwego zaadaptowania do istniejącej linii transportowej.
- Automatyczne ustawienie maszyny do wymiarów palety i zabezpieczenia.

Korzyści dla klienta

- Redukcja kosztów osobowych.
- Szybkie dostosowanie do zmian produkcyjnych.
- Powtarzalna wysoka jakość zabezpieczenia produktów na palecie.
- Bezpieczeństwo pracowników dzięki eliminacji ręcznego stanowiska klejenia. ■

B.
BLUMENBECKER
WE DELIVER SOLUTIONS

Blumenbecker Engineering Polska Sp. z o.o.

ul. Ligocka 103

40-568 Katowice

tel. 32 278 70 80

fax 32 278 70 83

e-mail: zapytania@blumenbecker.pl

www.blumenbecker.com

Kryzys katalizatorem zmian: przyspieszenie transformacji

Firmy prywatne od zawsze charakteryzowały się takimi cechami, jak elastyczność działania czy planowanie długoterminowe, dzięki czemu wiele organizacji tego typu było w stanie sprostać kryzysowi, jaki wywołała pandemia COVID-19.

Zapewne żaden inny kryzys we współczesnej historii nie wywarł tak ogromnego wpływu na codzienną ludzką egzystencję, jak ten związany z pandemią. Żaden także nie wymusił na organizacjach z całego świata przyspieszenia rozwoju. Na samym początku liderzy byli pochłonięci reagowaniem na zagrożenia, następnie koncentrowali się na wznowieniu funkcjonowania swoich firm, aby na kolejnym etapie móc skupić się na dalszej transformacji w środowisku postpandemicznym.

W tegorocznym badaniu poprosiliśmy respondentów o zastanowienie się nad siedmioma elementami odporności organizacyjnej, które obejmują:

- strategię – określenie ambicji oraz drogi do transformacji;
- rozwój – koncentracja na kliencie, innowacje produktowe, wzrost przychodów;
- działalność operacyjną – transformacja i modernizacja działalności operacyjnej;
- technologię – przyspieszenie transformacji;
- pracowników – przekształcenie sposobów wykonywania pracy, transformacja podejścia do pracowników i miejsca pracy;
- kapitał – optymalizacja kapitału obrotowego, struktury kapitałowej i portfela;
- społeczeństwo – dbanie o kwestie środowiskowe i społeczne.

Jak wynika z naszego badania, wszystkie te elementy mają fundamentalne znaczenie podczas podejmowania kolejnych kroków zmierzających do zbudowania bardziej odpornych organizacji, które będą zdolne do przetrwania kolejnego kryzysu.

Kryzys katalizatorem postępu. Jedną z najważniejszych konkluzji z niniejszego badania jest to, że kadra zarządzająca we wszystkich regionach wykorzystwała kryzys jako katalizator do wprowadzenia zmian, przyspieszając transformację w praktycznie wszystkich obszarach pracy i życia. W rezultacie zwiększono nakłady inwestycyjne na technologię i jej wdrożenie, co pozwoliło na szybsze wprowadzenie transformacji cyfrowej.

Pomimo umiarkowanego optymizmu wyniki badania wskazują, że większość respondentów uważa, że ich firmy zdołają wyjść obronną ręką z kryzysu, a ponad dwie trzecie są głęboko przekonane, że ich firmy osiągną sukces w ciągu najbliższych 12 miesięcy. Co więcej, wierzą one również w poprawę większości kluczowych wskaźników biznesowych.

Transformacja w czasie pandemii. Jak wskazują wyniki niniejszego badania, znaczna część przedsiębiorstw jeszcze przed kryzysem rozpoczęła proces transformacji wielu obszarów swojej działalności, natomiast w licznych przypadkach wybuch pandemii raczej przyspieszył realizację istniejących już inicjatyw aniżeli skłonił firmy do opracowania planu działania od podstaw. Przedstawiciele kadry kierowniczej wszystkich obszarów

biznesowych przyznają, że ich firmy zintensyfikowały swoje działania zarówno w zakresie prowadzonej transformacji cyfrowej, włączania misji do swoich strategii, skupiania się na kwestiach priorytetowych, takich jak zrównoważony rozwój, ale również w obszarach sprzyjających zwiększeniu konkurencyjności, o istotnym znaczeniu w obecnym środowisku biznesowym.

Kapitał ludzki i zwinne organizacje. Wiodące organizacje zaczynają przywiązywać jeszcze większą wagę do potrzeb pracowników. Niektóre przedsiębiorstwa prywatne przygotowały grunt pod wprowadzenie elastycznych zasad zatrudnienia i zmian, aby ich organizacje stały się bardziej zwinne i były w stanie osiągnąć więcej ze swoimi mniejszymi, niezależnymi zespołami.

Ponowne określenie misji i zdobycie zaufania. Misja i zaufanie zawsze stanowiły nieodłączny element kultury organizacyjnej firm prywatnych, szczególnie tych rodzinnych. Co ważne, organizacje skłaniają się również do formalnego uwzględnienia tego rodzaju działań oraz inicjatyw w swoich ładach korporacyjnych.

Przed wszystkim odporność biznesu. Jednak kluczową rolę we wspieraniu opracowanych inicjatyw odegrała odporność. Sytuacja związana z pandemią skłoniła liderów do zastanowienia się, jakie działania należy podjąć, aby nie tylko uporać się z zaistniałym kryzysem, ale też przygotować organizację na nowe wyzwania. Okazuje się, że organizacje wykazujące się wyższą odpornością z większym optymizmem patrzą w przyszłość i są o wiele bardziej skłonne do inwestowania w rozwój. Co więcej, swoje podejście do misji oraz społecznej roli organizacji traktują bardzo poważnie i odpowiedzialnie.

Pozostałe kluczowe wnioski z raportu

- Aż 69% zapytanych przez Deloitte liderów firm odpowiedziało, że w czasie kryzysu w ich organizacjach znacznej prędkości nabrała transformacja cyfrowa.
- 34% respondentów uważa, że skutki pandemii będą odczuwalne przez najbliższe 12 miesięcy, a nieco ponad jedna czwarta – że przez 3 lata.
- 33% badanych jest zdania, że przez najbliższy rok firmy będą odczuwały wpływ COVID-19 na łańcuch dostaw oraz obszary HR i IT.
- 11% firm przewiduje w nadchodzącym roku zwiększenie zatrudnienia, a 8% przewiduje jego spadek.
- 66% organizacji o wysokim poziomie odporności jest bardziej skłonnych do zatrudniania nowych pracowników w kolejnym roku niż te z niską odpornością (tylko 48%).
- 71% badanych uważa, że przekształcanie modelu i miejsca pracy jest ważne lub bardzo ważne dla budowania odporności w ich organizacji.

W naszym globalnym raporcie z 2019 roku pisaliśmy o tym, że nadszedł najlepszy czas dla firm prywatnych. Nadal wierzymy, że tak jest. Zwinność, misja, kultura organizacyjna, przyjęcie długoterminowej perspektywy – to cechy, które pomogły firmom prywatnym przyspieszyć realizację zmian organizacyjnych w trakcie pandemii. ■

Źródło: <https://www2.deloitte.com>

Rozwój technologii Crypto QR w zabezpieczaniu produktów i usług

Jak zapewnić oryginalnemu produktowi najwyższe bezpieczeństwo przed podrobieniem? Jeden prosty kod na opakowaniu może ochronić każdą markę przed podróbkami!

Wraz z rozwojem produktów rozwijają się także technologie wykorzystywane przez fałszerzy, aby łamać ich zabezpieczenia. Problem podróbek dotyczy większości branż, takich jak m.in.: odzież, farmaceutyki, kosmetyki, elektronika czy też produkty spożywcze. Nieustanna walka pomiędzy producentami starającymi się zabezpieczyć swoje produkty a fałszerzami wymyślającymi coraz to nowsze sposoby na ich łamanie trwa od lat.

Odpowiedzialność za zabezpieczenie produktu leży najczęściej po stronie firmy tworzącej jego opakowanie. Aktualnie technologie zabezpieczania produktów fizycznych opierają się na skomplikowanych rozwiązaniach, takich jak mikrodruk, wykorzystywanie specjalnych tuszów do opakowań, a nawet kartonów znakujących oryginalność danego towaru. Wszystkie metody zabezpieczania produktów nadal mają postać fizyczną, ale coraz częściej połączoną z nowoczesnymi rozwiązaniami. Przez wiele lat trwały zaawansowane prace, jak wykorzystać technologie mobilne w branży zabezpieczeń. To właśnie dzięki rozwiązaniom mobilnym stworzono technologię zabezpieczeń wiarygodną zarówno dla producenta, jak i dla konsumentów produktów.

Kody QR, które polegają na zapisywaniu danych w dwuwymiarowych kodach graficznych, znane są na świecie już od lat 90. XX wieku. Najnowszym osiągnięciem tej technologii jest autorskie narzędzie firmy Veriori, która na nowo zdefiniowała kod QR, tworząc kod Crypto QR. Został on nagrodzony dwoma złotymi medalami podczas



jednych z największych targów technologicznych Concours Lepine w Paryżu. Kody Crypto QR posiadają zabezpieczenia fizyczno-cyfrowe. Wewnątrz swojego kodu zapisują dodatkowe informacje steganograficzne, które są zakodowane kryptograficznie. Dane te szyfrowane są w taki sposób, że stają się niemożliwe do podrobienia, w szczególności w sposób zautomatyzowany. Mogą być odczytane tylko dzięki dedykowanej aplikacji na urządzeniach mobilnych.

W przypadku użycia kodu Crypto QR nie jest istotne, jakiego rodzaju produktem operuje producent: czy jest to opakowanie, szklany flakon, metka czy też identyfikator. Jest to uniwersalne narzędzie do różnego rodzaju opakowań, które daje możliwość angażowania konsumenta w weryfikację oryginalności danego produktu. Każdy produkt otrzymuje własną unikatową tożsamość. Daje to możliwość śledzenia jego losów i całej ścieżki dystrybucji oraz wsparcie sprzedaży, marketingu handlowego i promocji konsumenckich. Dzięki Crypto QR klient może nie tylko zweryfikować autentyczność produktów, ale również zainicjować interakcję, np. pobrać instrukcję obsługi, zgłosić reklamację

itp. Wystarczy do tego zwykły smartfon z dedykowaną aplikacją.

Całe założenie opiera się na koncepcji *Security by design*. Bezpieczeństwo danego produktu nie opiera się w niej na samym fakcie niewiedzy ewentualnego fałszerza, lecz skupia się na algorytmach, które pozostają nie do złamania, oraz dodatkowej serializacji każdego produktu. Dzięki takiemu rozwiązaniu konsument może w łatwy sposób zweryfikować oryginalność produktu, a producent nie musi wykonywać szeregu dodatkowych prac związanych z jego zabezpieczeniami. ■

Dowiedz się więcej o wszystkich możliwościach wykorzystania naszej technologii!
Kontakt: cezar.reszel@veriori.com
nr telefonu: 511 18 33 66.



VERIORI

Next level of counterfeit protection for brands & customers

VERIORI S.A.

Aleje Jerozolimskie 142 B

02-305 Warszawa

e-mail: cezar.reszel@veriori.com

<https://vas.veriori.com>

Zalety technologii pneumatycznej w procesie przetwórstwa mleka

Amit Patel

Począwszy od systemów dojenia, po urządzenia do przetwórstwa i pakowania sera – przetwórcy żywności w branży mleczarskiej przekonują się, że urządzenia pneumatyczne pomagają im działać bardziej wydajnie, elastycznie i niezawodnie. Biorąc pod uwagę wyzwania, przed którymi stoi obecnie rynek, każda zaleta ma kluczowe znaczenie: sprzęt musi działać bardziej ekonomicznie, zapewniając jednocześnie wszechstronność i zdolność do szybkiego reagowania na zmieniające się preferencje i upodobania konsumentów. Musi on również zapewniać wyższy poziom wydajności, a jednocześnie być ekologiczny i niezawodny w działaniu podczas każdego dnia pracy.

Przedsiębiorcy wiedzą, że produkty mleczne muszą również spełniać surowe wymagania jakościowe, a bezpieczeństwo żywności jest ważniejsze niż kiedykolwiek wcześniej. Aby zapewnić higieniczne środowisko przetwarzania, sprzęt musi być odporny na wielokrotne czyszczenie w ramach jednej z najbardziej rygorystycznych procedur czyszczenia w branży, w tym na czyszczenie za pomocą środków agresywnych – odporność tę zapewnia stopień ochrony IP69K. W przypadku samej tylko strony przetwórczej pojedynczy element sprzętu do mieszania i miksowania produktów mleczarskich może mieć ponad 40 higienicznych zaworów procesowych, które pomagają kontrolować przepływ surowych składników. Wszystkie te zawory muszą być utrzymywane w czystości, a czyszczenie nie uwzględnia nawet zużycia spowodowanego ciągłą i szybką produkcją w środowisku nowoczesnej mleczarni.

Na szczęście od dawna sprawdzone w branży rozwiązania z zakresu pneumatyki oferują zakładom przetwórstwa mleczarskiego wiele zalet – niezależnie od tego, czy mają być stosowane w celu przetwarzania żywności, pakowania w opakowania detaliczne czy sterowania ruchem produkcyjnym. W działaniach nowoczesnych mleczarni urządzenia pneumatyczne mogą być używane w różnych zastosowaniach, wykorzystując sprężone powietrze dostępne już w instalacjach obiektu. Pneumatyka zapewnia także rozwiązania wbudowywane w celu

rozwiązania wielu problemów związanych z bezpieczeństwem zakładu, pomagając przetwórcom mleczarskim w łatwy sposób zapewnić zgodność z przepisami, a jednocześnie chronić pracowników i utrzymać wysoki poziom produkcji.

Większa wydajność za te same pieniądze

W porównaniu z innymi rozwiązaniami technologia pneumatyczna zapewnia większą moc w urządzeniach o mniejszym rozmiarze – a ponadto urządzenia pneumatyczne zwykle kosztują mniej niż podzespoły elektroniczne w przeliczeniu na pojedynczy komponent. Dzięki zastosowaniu zaworów urządzenia pneumatyczne mogą być projektowane z myślą o bardzo szybkim czasie zadziałania w celu łatwej obsługi szybkich linii produkcyjnych lub szybkich sekwencji ruchu. Pneumatyczne zawory pilotowe mogą być również stosowane w całym obiekcie do uruchamiania różnych krytycznych procesów i urządzeń typu wł./wył. Również linie pakowania zyskują dzięki niewielkiej masie i wysokiej cykliczności zapewnianym przez pneumatykę. Urządzenia pneumatyczne idealnie nadają się do prac w środowiskach higienicznych, w których wymagane jest częste czyszczenie – wszystkie te czynniki przyczyniają się do zapewnienia wysokiej wydajności.

Pneumatyka, która jest ekonomiczna w eksploatacji, obniża również koszty operacyjne dzięki zmniejszonemu zużyciu energii, wysokiej niezawodności



Pneumatyka oferuje wiele korzyści dla zakładów mleczarskich, w tym czystość, modułowość, niezawodność, wydajność, niskie koszty, bezpieczeństwo pracowników, wszechstronność oraz możliwość rozbudowy w przyszłości

i niskim kosztem konserwacji. Ponieważ sprężone powietrze jest zwykle dostępne w całym zakładzie mleczarskim, podłączanie większej liczby urządzeń na potrzeby nowego zastosowania zazwyczaj nie skutkuje dużymi kosztami dodatkowymi. W rzeczywistości, gdy do sprężarki podłączonych jest więcej urządzeń pneumatycznych, całkowite zapotrzebowanie jest bliższe wydajności sprężarki, dzięki czemu pneumatyka staje się bardziej efektywna. Z kolei mniejsza liczba podzespołów pneumatycznych, wykorzystująca mniejszą część wydajności sprężarki, byłaby mniej efektywna w eksploatacji.

Większa elastyczność i modułowość

Jednym z największych wyzwań, przed którymi stoi współczesny przemysł mleczarski, jest reagowanie na zmieniające

się preferencje dzisiejszych konsumentów. Pojawienie się alternatywnych produktów mlecznych, takich jak mleko migdałowe czy sojowe, jeszcze bardziej komplikuje tę kwestię. Nawet w przypadku bardziej tradycyjnych produktów nabiałowych ich różnorodność gwałtownie wzrasta, powodując prawdziwą eksplozję produktów do wyboru w dziale produktów mlecznych. Tak gwałtowne zmiany w preferencjach konsumentów wymagają większej elastyczności w zakresie przetwarzania i pakowania. Technologie elektromagnetyczne i pneumatyczne, w tym zawory, zapewniają elastyczność i modułowość, których potrzebują zakłady przetwórstwa mleczarskiego, aby odpowiedzieć na te dynamiczne warunki rynkowe.

Dokładniej rzecz biorąc, urządzenia pneumatyczne umożliwiają szybką konfigurację i łatwą wymianę, co daje operatorom zakładów mleczarskich możliwość modernizacji, naprawy, wymiany albo zmiany parametrów urządzeń przy minimalnych zakłóceniach w pracy. Na przykład maszyna, która obsługuje pojemniki o różnej gramaturze, może być wykonana w sposób umożliwiający szybką zmianę rozmiarów pojemników na potrzeby nowej serii produktów, a operatorzy obsługujący linie pakowania mogą również potrzebować szybkiego sposobu zmiany pojemników na jedną porcję na pojemniki o większej pojemności. W niektórych przypadkach funkcje pneumatyki mogą być automatycznie regulowane w oparciu o wymagania dla nowej serii produktów poprzez prostą zmianę parametrów w interfejsie sterownika maszyny. Ta zdolność do sprawnego przystosowania się wraz z ograniczeniem przestojów pomaga zwiększyć ogólną wydajność produkcji.

Niektóre urządzenia pneumatyczne zapewniają jeszcze większą wszechstronność poprzez komunikację z wykorzystaniem szerokiej gamy protokołów przemysłowych, takich jak protokoły oparte na sieci Ethernet, OSI, IO-Link, Profibus i DeviceNet. W rezultacie zakłady przetwórstwa mleczarskiego mogą łatwiej korzystać z urządzeń pneumatycznych, które spełniają wymagania krajowych i międzynarodowych norm w dowolnym

miejscu na świecie. A ponieważ w typowym zakładzie przetwórstwa mleczarskiego sprężone powietrze jest zwykle dostępne, przetwórcy mogą wdrożyć pneumatykę niemal w każdym miejscu w zakładzie.

W związku z tym, że branża kieruje się w stronę coraz większej akceptacji i preferencji w zakresie technologii pneumatycznej, zakłady przetwórstwa mleczarskiego mogą szybciej reagować na zmieniające się preferencje konsumentów, szybciej rozpoczynać produkcję i skracać czas wprowadzania produktu na rynek. Przetwórcy w branży mleczarskiej wdrażają rozwiązania pneumatyczne w swoich zakładach, skracając przy tym czas rozruchu i zmniejszając liczbę potrzebnych szkoleń przy wprowadzeniu nowego sprzętu. Coraz większa wiedza pracowników zakładów mleczarskich w tym zakresie pozwoliła na rozpowszechnienie tego rozwiązania w branży. Projektanci urządzeń określają specyfikację rozwiązań pneumatycznych łatwiej niż kiedykolwiek wcześniej, pomagając producentom OEM urządzeń mleczarskich spełniać wymagania użytkowników końcowych dotyczące maszyn, które są szybsze i wydajniejsze.

Ograniczenie przestojów oraz wymogów w zakresie konserwacji

Urządzenia pneumatyczne projektowane docelowo do użytku w środowiskach produkcyjnych mają długą żywotność – zazwyczaj wytrzymują miliony cykli z dużą szybkością zadziałania. Urządzenia pneumatyczne są pozbawione niektórych złożoności związanych z innymi technologiami, dzięki czemu zapewniają bardziej niezawodną pracę przy ograniczonych przestojach. Są one również łatwiejsze w naprawie, ponieważ urządzenia te wymagają po prostu czystego powietrza – wszystkie te rozwiązania pomagają uniknąć kosztownych przestojów poprzez dostarczanie zakładom przetwórstwa mleczarskiego urządzeń, które są zarówno niezawodne, jak i łatwe w konserwacji.

Na tym jednak nie kończą się zalety pneumatyki. Wykorzystując nowe możliwości Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT), urządzenia brzegowe mogą gromadzić dane z systemu pneumatycznego

w celu identyfikacji wycieków, monitorowania zużycia energii i powietrza oraz obliczania okresu żywotności lub czasu działania podzespołu pneumatycznego. Może to pomóc technikom konserwacji przewidzieć na przykład, że amortyzator na końcu siłownika może ulec zniszczeniu, tylko poprzez obserwację wzrostu prędkości jego skoku. Wiedza dotycząca tego, który sprzęt będzie wymagał konserwacji, zanim nastąpi awaria, może pomóc inżynierom zakładu uniknąć nieplanowanych przestojów maszyn, co pozwala jeszcze bardziej obniżyć koszty.

Wyższy poziom higieny zakładu

Urządzenia pneumatyczne są idealne do pracy w zastosowaniach gdzie często ma miejsce czyszczenie urządzeń – a to właśnie ten proces jest potrzebny do zapewnienia zgodności urządzeń do przetwórstwa mleczarskiego z normami higienicznymi, np. 3-A Sanitary Standards Inc. (3-A SSI) w USA i EHEDG (Europejska Grupa Inżynierii Higienicznej i Projektowania) w Europie. Norma 3-A jest szczególnie rygorystyczna. Zgodnie z tą normą obszary mokre nie mogą być siedliskiem patogenów ani bakterii. Warunek ten wymaga z kolei zastosowania uszczelnień, które w wysokim stopniu nadają się do czyszczenia i wytrzymują działanie wysokich temperatur oraz środków żrących. Uszczelnienia nie mogą posiadać żadnych zagłębień ani szczelin, a maksymalna dopuszczalna chropowatość powierzchni nie może przekraczać 0,8 mikrometra.

W zastosowaniach z czyszczeniem w wysokich temperaturach i pod wysokim ciśnieniem, takich jak te wymagane przez normę 3-A, pneumatyczne zawory skośne mogą być zaprojektowane w wykonaniu higienicznym, które będzie odporne na agresywne detergenty i chemikalia przy zachowaniu wysokiego stopnia uniwersalności. Do zastosowań związanych z pakowaniem w opakowania wtórne lub transportem, które wymagają jedynie odkurzenia lub lekkiego przepłukania, firmy takie, jak Emerson, mogą dostarczać siłowniki pneumatyczne zgodne z normami FDA, NSF, ISO 6431, ISO 15552 i ISO 21287 oraz charakteryzujące się wykonaniem higienicznym, pozbawionym zagłębień,

aby zminimalizować potencjalne obszary, w których mogą gromadzić się brud i zanieczyszczenia.

Zawory załączane elektrycznie zwykle wymagają zmiany konstrukcji lub muszą być umieszczone w obudowie w celu spełnienia tych samych wymagań dotyczących czyszczenia. Zwiększa to koszty i zajmuje cenne miejsce na podłodze, dlatego też zawory te nie są powszechnie stosowane w obszarze przetwórczym zakładu spożywczego lub mleczarskiego. Urządzenia pneumatyczne mogą mieć higieniczną konstrukcję, co pozwala zapewnić bezpieczeństwo konsumentów przy jednoczesnym zwiększeniu przewagi konkurencyjnej.

Większe bezpieczeństwo i zgodność z przepisami w zakładzie


Bezpieczeństwo zakładu powinno być przedmiotem zainteresowania każdego przedsiębiorcy, nie wyłączając zakładów przetwórstwa mleczarskiego. Sprężone powietrze stosowane w urządzeniach pneumatycznych posiada nieodłączne zalety związane z bezpieczeństwem w porównaniu z innymi technologiami zasilania, a jego instalacja może być rozbudowana w całym zakładzie przetwórczym. Skalowalne i strefowe podejście firmy Emerson do

bezpieczeństwa pozwala na przykład na odizolowanie nawet trzech stref bezpieczeństwa w maszynie za pomocą jednego zespołu pneumatycznego. Zblocze zaworowe może być skonfigurowane tak, aby odcinało powietrze pilotowe i zasilanie urządzeń do poziomu jednego operatora, pozostawiając pozostałą część systemu w eksploatacji. Zgodnie z tym podejściem w obrębie maszyny można odizolować do trzech stref bezpieczeństwa przy użyciu jednego zespołu pneumatycznego. Zapewnienie funkcji bezpieczeństwa strefowego pomaga projektantom spełnić wymogi dyrektywy maszynowej 2006/42/WE, a tym samym zapewnić zgodność z normami ISO 13849-1 oraz ISO 13849-2. Zmniejsza to również liczbę podzespołów systemu bezpieczeństwa nawet o 35%, wymaga mniej połączeń i oszczędza cenne miejsce w obrębie urządzenia i kolektora.

Przejdźcie na rozwiązania pneumatyczne

Zastosowanie pneumatyki może pomóc w optymalizacji procesu produkcji i pakowania przy jednoczesnym zachowaniu najwyższego poziomu niezawodności, elastyczności i jakości. Urządzenia pneumatyczne są w stanie wytrzymać nawet najcięższe warunki i zapewniają dłuższą żywotność dzięki

prostej konstrukcji i ograniczonej liczbie podzespołów wewnętrznych. Główne zawory i siłowniki, które są elastyczne zarówno w obsłudze, jak i funkcjonowaniu, są zawarte w standardowej wersji, a części zamienne są dostępne u wielu dystrybutorów. Systemy pneumatyczne są łatwe w projektowaniu, a ich podzespoły można łatwo konfigurować. To właśnie czysta technologia sprawia, że jest to idealne rozwiązanie do sanitarnych zastosowań w przemyśle spożywczym, szczególnie w porównaniu ze smarowanymi podzespołami mechanicznymi lub rozwiązaniami hydraulicznymi. Być może właśnie dlatego producenci produktów mleczarskich coraz częściej stają się producentami OEM, integratorami i ekspertami w dziedzinie automatyki, aby zintegrować rozwiązania pneumatyczne i zmaksymalizować swoją przewagę konkurencyjną. ■

 Amit Patel, Marketing Manager produktów Fluid Control & Pneumatics segmentu Food & Beverage w Emerson

reklama



Skontaktuj się z nami:
www.tworzywa.org
 e-mail: redakcja@tworzywa.org
 85-758 Bydgoszcz, ul. Przemysłowa 8C
 tel. 52 343 73 35, fax 52 561 02 37

tworzywa.org
 Portal branży tworzyw

VERTICA.PL
 Technologie internetowe

Bony na cyfryzację – nowy program dla firm

Anna Szymczak

Pojawienie się pandemii i wprowadzane ograniczenia w postaci lockdownów ujawniły szereg trudności, z jakimi zmagają się firmy na skutek zbyt niskiego poziomu informatyzacji. Szybko okazało się, że prowadzenie ewidencji w wersji „papierowej” uniemożliwia dostęp do tych danych podczas zdalnej pracy, a ewidencje elektroniczne – ale nieudostępione w sieci – także są niewystracające.

To wszystko działało paraliżująco na skuteczność działania i przyczyniło się do rozważania konieczności podejmowania inwestycji w usprawnienia w zakresie cyfryzacji – nabywania oprogramowania, jak i sprzętu. W takich okolicznościach pomocny może się okazać nowy program Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości, który może dotować tego typu przedsięwzięcia nawet w 85%.

Na początku września PARP ogłosi warunki nowego programu dla przedsiębiorstw z sektora MŚP (mikro, małych i średnich przedsiębiorstw). Celem działania 6.2: Wsparcie MŚP w obszarze cyfryzacji – Bony na cyfryzację, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój na lata 2014–2020 (PO IR), jest zapewnienie wsparcia finansowego na realizację działań mających na celu zwiększenie wykorzystania technologii cyfrowych, w tym na zakup lub licencjonowanie oprogramowania, usług niezbędnych do wdrożenia rozwiązania cyfryzacyjnego oraz w ograniczonym zakresie środków trwałych niezbędnych do wdrożenia cyfryzacji i dostosowania modelu działalności do sytuacji zaistniałej w wyniku pandemii koronawirusa. Do podziału jest budżet w kwocie 110 mln PLN.

O dofinansowanie będą mogły się ubiegać mikro, małe i średnie przedsiębiorstwa, a preferowane będą wybrane branże, które szczególnie ucierpiały

przez pandemię COVID-19. **Poziom dotacji to 85%**. Jest to pomoc na zasadach *de minimis*.

Minimalna wartość wydatków kwalifikowalnych projektu to 60 tys. PLN, natomiast **maksymalna wartość wydatków kwalifikowalnych projektu to 300 tys. PLN**.

Dofinansowaniu będą podlegały projekty polegające na realizacji następujących działań:

- zakup usług programistycznych lub/i zakup oprogramowania gotowego, w tym w formie licencji (z wyłączeniem standardowego oprogramowania biurowego czy księgowego) w celu opracowania lub wprowadzenia rozwiązania cyfryzacyjnego – komponent obligatoryjny projektu;
- zakup środków trwałych, w tym maszyn i urządzeń, sprzętu komputerowego lub związanego z przesyłem lub magazynowaniem danych, środków niskocennych lub/i usług doradczych (w tym branżowych, technologicznych, biznesowych, prawnych) lub/i szkoleniowych w celu wdrożenia rozwiązania cyfryzacyjnego – komponent fakultatywny projektu.

Usługi i zakupy powinny być niezbędne do opracowania, wprowadzenia lub wdrożenia rozwiązania cyfryzacyjnego w firmie.

Ułatwieniem dla chętnych przedsiębiorców będzie zastosowanie tzw. uproszczonej metody rozliczania wydatków. Wsparcie przyznawane w formie ryczałtu, skalkulowanego przez przedsiębiorcę na podstawie szacunku wydatków do poniesienia w ramach projektu.

Rozliczenie projektu nastąpi w formie ryczałtu, bez konieczności weryfikacji dokumentów potwierdzających postęp finansowy projektu, tj. wyłącznie na podstawie dokumentów potwierdzających zrealizowanie przez przedsiębiorcę postępu rzeczowego projektu, w tym osiągnięcie zakładanego celu projektu i jego wskaźników.

Każdy wniosek może uzyskać max. 7 pkt. W ramach oceny weryfikowane będzie, czy projekt sprzyja tworzeniu warunków skutecznego funkcjonowania MŚP w sytuacji wystąpienia epidemii chorób zakaźnych u ludzi, w szczególności pandemii COVID-19, oraz po jej zakończeniu. Ponadto, w ramach oceny badane będzie, czy projekt polega na wprowadzeniu (wdrożeniu) przez MŚP **innowacji procesowej** (nowego lub znacząco ulepszanego procesu w przedsiębiorstwie) poprzez wykorzystanie technologii cyfrowych.


Projekt może dodatkowo polegać na wdrożeniu **innowacji produktowej** (wprowadzony na rynek nowy lub znacząco ulepszony produkt co najmniej w stosunku do dotychczasowych produktów przedsiębiorcy) powiązanej z wdrażaną innowacją procesową.

To zupełnie nowy program w ramach perspektywy 2014–2020. Instrument ten, dzięki wprowadzeniu i wykorzystaniu w przedsiębiorstwie technologii cyfrowych, powinien spowodować zmianę sposobu działania, procesów przedsiębiorstwa dotyczących produkcji, świadczenia usług, organizacji lub dodatkowo zmianę produktów przedsiębiorstwa. Przy takim niskim wkładzie własnym – rzędu 15% – zapewne będzie cieszył się zainteresowaniem firm z całego kraju.

Nabór wniosków będzie prowadzony w okresie 20.09–20.10.2021 r. Więcej informacji na <https://www.parp.gov.pl/>.

Ważne terminy

- ogłoszenie konkursu: 6 września 2021 r.;
- rozpoczęcie naboru wniosków: 20 września 2021 r.;
- zakończenie naboru wniosków: 20 października 2021 r. ■

 Anna Szymczak
MS-CONSULTING Klaudiusz Szymczak

Diagnostyka online procesów przemysłowych dużej skali

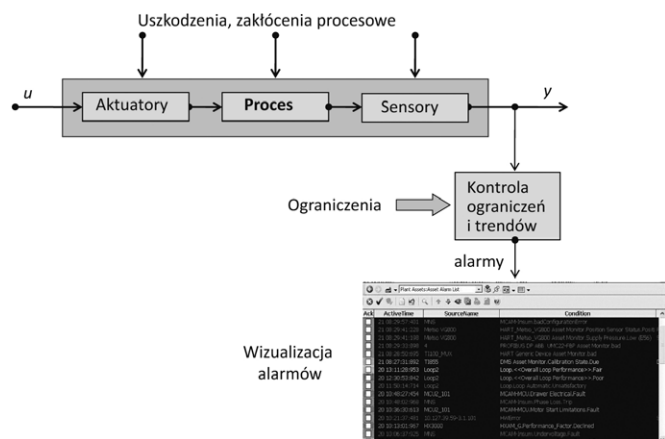
Jan Maciej Kościelny

1. Wprowadzenie. Stan wiedzy a praktyka diagnostyki online złożonych procesów przemysłowych

W okresie ostatnich ponad trzydziestu lat prowadzono na świecie badania w zakresie metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń, wywodzących się z teorii modelowania i identyfikacji oraz technik sztucznej inteligencji. Wyniki tych badań zostały zaprezentowane w opracowaniach książkowych [1–3, 9, 16, 17, 20, 24–27, 35, 65, 90] oraz w bardzo licznych artykułach, w tym pracach przeglądowych [7, 14, 15, 19, 21, 23, 62, 87, 88, 89]. Ważnym źródłem wiedzy w tym zakresie są także materiały różnorodnych konferencji naukowych, a szczególnie cyklicznych konferencji specjalistycznych: IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety for Technical Processes – SAFE-PROCESS, International Conference on Diagnostics of Processes and Systems – DPS, International Workshop on Principles of Diagnosis DX, Workshop on Advanced Control and Diagnosis, Conference on Control and Fault-Tolerant Systems – SysTol.

Wyróżnić można dwa podejścia do diagnostyki procesów przemysłowych: klasyczne oraz zaawansowane. W podejściu klasycznym (rys. 1), które jest wciąż dominujące w praktyce przemysłowej, do detekcji uszkodzeń są stosowane głównie proste metody kontroli ograniczeń. Lokalizacja uszkodzeń jest prowadzona zazwyczaj przez operatora. W nielicznych rozwiązaniach operator jest wspierany przez system wnioskujący o przyczynach alarmów na podstawie reguł lub funkcji logicznych. Zaawansowana diagnostyka jest natomiast oparta na wykorzystaniu modeli procesów do detekcji uszkodzeń, a do lokalizacji uszkodzeń są stosowane metody wnioskowania.

W rozwiązaniach klasycznych rolę systemu diagnostycznego procesu odgrywa system alarmowy, będący integralną częścią współczesnych systemów sterowania i monitorowania procesów



Rys. 1. Schemat diagnostowania na podstawie alarmów

Streszczenie: Porównano stan wiedzy i stan techniki w zakresie diagnostyki online procesów przemysłowych dużej skali. Scharakteryzowano podstawowe problemy diagnostyki online procesów złożonych i metody prowadzące do ich rozwiązania, koncentrując się na wynikach uzyskanych w zakresie lokalizacji uszkodzeń. Szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom: rozróżnialności uszkodzeń, rozpoznawania uszkodzeń wielokrotnych, metod wnioskowania w warunkach niepewności obserwowanych symptomów, dekompozycji obiektu i diagnozowania w strukturach zdecentralizowanych oraz zastosowania grafowych modeli w projektowaniu systemów diagnostyki procesów przemysłowych. Omówiono efektywne i odporne algorytmy diagnozowania złożonych obiektów dynamicznych dużej skali oraz ich implementację w zrealizowanych systemach diagnostycznych. W podsumowaniu podkreślono znaczenie diagnostyki online w zapewnieniu bezpieczeństwa procesów.

(DCS, SCADA). Systemy alarmowe mają wiele wad [48]. Podstawową wadą jest występowanie w stanach awaryjnych bardzo dużej liczby alarmów. Typowe są przypadki, gdy liczba alarmów w okresie minuty przekracza 100, a nawet 500. Z danych EEMUA (*The Engineering Equipment and Materials Users' Association*) wynika, że średnia dobowo liczba alarmów w przemyśle petrochemicznym wynosi ok. 1500, a w przemyśle energetycznym 2000, podczas gdy według zaleceń nie powinna przekraczać 144. Nadmiar alarmów stanowi dla operatorów poważny problem, był m.in. przyczyną eksplozji w rafinerii Texaco's Milford Haven w 1994 r. „Lawina alarmów” powoduje zjawisko przeciążenia informacyjnego, a w jego następstwie stres. Może to prowadzić do powstawania dodatkowych błędów obsługi operatorskiej, które kumulując się z wcześniej zaistniałymi uszkodzeniami, powodują poważne awarie [33]. Innymi istotnymi wadami systemów alarmowych są: brak możliwości detekcji niektórych uszkodzeń ze względu na maskowanie ich symptomów przez układy regulacji oraz opóźnienia detekcji.

Pomimo tych wad podejście klasyczne jest powszechnie stosowane w praktyce. Systemy alarmowe są stale ulepszane, wprowadzane są różne mechanizmy zarządzania alarmami (głównie w systemach sterowania klasy DCS), ale nie ulega zmianie podstawowa przyczyna ich słabości, którą jest stosowanie kontroli ograniczeń do detekcji uszkodzeń.

Systemy diagnostyczne (SD) dla procesów przemysłowych są oparte na zaawansowanych metodach detekcji i lokalizacji uszkodzeń i wykorzystują różnego rodzaju modele.

Automatyczna diagnostyka z zastosowaniem modeli cząstkowych procesu i zaawansowanych algorytmów lokalizacji (rys. 2) pozwala na precyzyjne wskazywanie zaistniałych uszkodzeń oraz znaczne skrócenie czasu wykrycia i lokalizacji awarii w stosunku do diagnostyki realizowanej przez system alarmowy i operatora. Jednak SD, pomimo swoich zalet, dotychczas nie są powszechnie stosowane. Znane aplikacje, o charakterze wdrożeń pilotażowych oraz badań przemysłowych, były realizowane głównie przez ośrodki naukowe. Wiodące firmy w branży automatyki nie oferują jeszcze właściwych rozwiązań SD dla procesów przemysłowych. Przyczynami tego stanu rzeczy są wrażliwość modeli na niestacjonarność obiektu, a także skutki prac remontowych, które powodują zmiany wartości parametrów obiektu. Konieczne jest zatem dostrajanie modeli, co utrudnia eksploatację SD. Inną przyczyną braku aplikacji SD w przemyśle jest niedostateczna odporność stosowanych metod lokalizacji uszkodzeń na różnego rodzaju zmiany zachodzące w diagnozowanym obiekcie [51]. Brak jest także dostatecznej liczby specjalistów zatrudnionych w przemyśle.

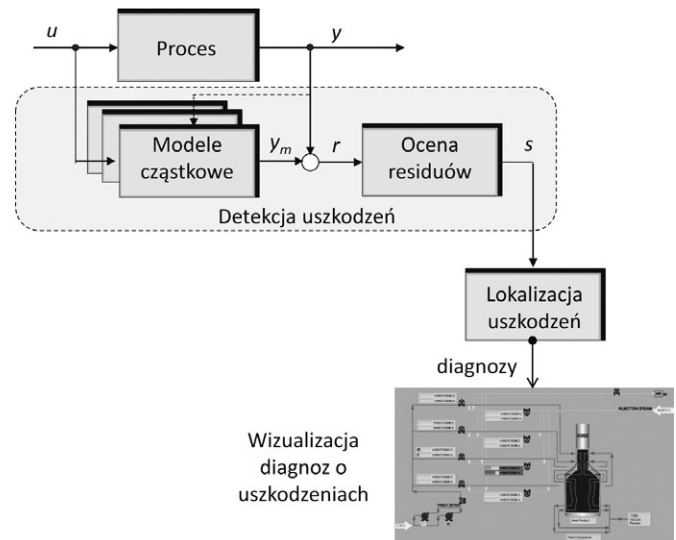
Można stwierdzić, że między poziomem teorii diagnostyki układów dynamicznych a stanem techniki jest jeszcze wielka przepaść, która powinna zostać w najbliższych latach zniwelowana ze względu na potrzeby zapewnienia bezpieczeństwa.

2. Podstawowe problemy diagnostyki online procesów złożonych

W Instytucie Automatyki i Robotyki PW (IAiR PW) od ok. 30 lat są prowadzone badania w zakresie diagnostyki online procesów przemysłowych. Celem naukowym tych badań jest opracowanie metod rozwiązania podstawowych problemów rozpoznawania uszkodzeń w złożonych obiektach dynamicznych oraz opracowanie efektywnych i odpornych algorytmów automatycznego diagnozowania procesów przemysłowych w czasie rzeczywistym.

Problemy diagnostyki online procesów złożonych dotyczą zarówno metod projektowania systemu diagnostycznego dla procesów złożonych, jak i algorytmów diagnozowania w czasie rzeczywistym. Wiążą się one przede wszystkim ze skalą diagnozowanych obiektów, a także z indywidualnym charakterem wielu rozwiązań technicznych stosowanych w bardzo złożonych instalacjach petrochemicznych, chemicznych, energetycznych i innych. Powoduje to trudność przenoszenia doświadczeń na nowe obiekty.

Czynnikiem utrudniającym diagnozowanie procesów przemysłowych jest brak danych pomiarowych reprezentujących stany awaryjne. Praktycznie niemożliwe jest pozyskanie danych uczących dla stanów awaryjnych (np. procesów chemicznych), a tym bardziej dla stanów z uszkodzeniami wielokrotnymi. Natomiast system diagnostyczny powinien być zdolny do rozpoznania stanów awaryjnych, które wystąpią pierwszy raz. To sprawia, że metody klasyfikacji wymagające znajomości wzorców dla poszczególnych stanów nie są przydatne do rozpoznawania stanów z uszkodzeniami. Lokalizacja uszkodzeń może być prowadzona jedynie metodami wnioskowania automatycznego, a określenie związku między uszkodzeniami a wartościami sygnałów diagnostycznych jest możliwe na podstawie wiedzy eksperckiej. Budowa modeli matematycznych procesu,



Rys. 2. Schemat diagnozowania na podstawie modeli cząstkowych i wnioskowania automatycznego

uwzględniających wpływ uszkodzeń na wartości residuów, jest bardzo trudna i kosztowna, a w wielu przypadkach niemożliwa.

W diagnostyce złożonych obiektów do detekcji uszkodzeń są stosowane modele cząstkowe reprezentujące stan normalny danej części procesu [48]. Ze względu na nieliniowość przemysłowych obiektów oraz zmienność punktów pracy do detekcji nie mogą być stosowane modele liniowe. Najkorzystniej jest stosować modele analityczne opisujące zjawiska fizyczne zachodzące w procesie. Modele takie odzwierciedlają właściwości obiektu w całym zakresie jego punktów pracy. Jednak opracowanie modeli opartych na opisie zjawisk fizycznych jest dla wielu obiektów bardzo trudne lub wręcz niemożliwe, gdyż natura niektórych zjawisk występujących w procesach przemysłowych nie jest do końca znana. Ze względu na te trudności i ograniczenia często wykorzystywane są modele aproksymacyjne tworzone na podstawie danych pomiarowych oraz wiedzy eksperckiej o strukturze modelu. Są to modele neuronowe różnych typów [27, rozdz. 9], modele rozmyte typu TSK lub Wang'a i Mendela [35; 27, rozdz. 11], a także modele addytywne [64]. Zakres użyteczności tego typu modeli ogranicza się do zakresu zmienności sygnałów wejściowych i wyjściowych, na podstawie których model był uczony. Ważnym zagadnieniem jest odporność detekcji uszkodzeń. Zagadnienie to było tematem wielu publikacji [24, podrozdz. 6.3] i nie będzie w niniejszej pracy rozważane.

Główne problemy diagnozowania obiektów dużej skali dotyczą m.in.: zapewnienia wysokiej rozróżnialności uszkodzeń, rozpoznawania uszkodzeń wielokrotnych, wnioskowania w warunkach niepewności symptomów i sygnatur uszkodzeń, wnioskowania przy zmienności struktury obiektu i systemu diagnostycznego, opóźnień powstawania symptomów.

Do najważniejszych problemów projektowych należą: dobór zbioru urządzeń pomiarowych do diagnozowania (szczególnie dla nowych instalacji technologicznych), dobór zbioru modeli do detekcji uszkodzeń, stanowiących podstawę testów diagnostycznych, określenie związku między uszkodzeniami a wartościami sygnałów diagnostycznych, dekompozycja obiektu

na części diagnozowane przez odrębne jednostki (komputery) diagnozujące.

Metody detekcji i lokalizacji uszkodzeń powinny zapewnić odporność systemu diagnostycznego, aby na skutek wymienionych problemów nie dochodziło do generowania fałszywych diagnoz. W niniejszym rozdziale scharakteryzowano powyższe zagadnienia badawcze, z naświetleniem własnych osiągnięć oraz publikacji w tym zakresie. Skoncentrowano się przy tym na problemach lokalizacji uszkodzeń.

2.1. Rozróżnialność uszkodzeń

Celem diagnozowania jest wczesne wykrycie oraz precyzyjne (dokładne) wskazanie zaistniałego uszkodzenia. Dokładność uzyskiwanych diagnoz jest określona liczbą uszkodzeń wskazywanych w diagnozie [35]. Im liczba ta jest mniejsza, tym diagnoza jest bardziej dokładna. Dokładność diagnozowania zależy zatem od osiąganego w systemie rozróżnialności uszkodzeń. Rozróżnialność uszkodzeń jest rozumiana jako zdolność do odróżniania od siebie (wyodrębniania) uszkodzeń w wyniku realizacji testów i wnioskowania. Uszkodzenia nierozróżnialne charakteryzują się tym, że interpretowane objawy są dla nich jednokowe. Dwa uszkodzenia są rozróżnialne (bezw warunkowo) wtedy, gdy wartości przynajmniej jednego z objawów są różne dla obu tych uszkodzeń. Rozróżnialność uszkodzeń zależy zatem od uwzględnianych przy diagnozowaniu objawów.

Dąży się zwykle do uzyskania rozróżnialności wszystkich uszkodzeń. Nie zawsze jednak rozróżnianie wszystkich uszkodzeń jest niezbędne. Wystarczającym rozwiązaniem może być zdolność rozróżniania uszkodzeń, których skutki są szczególnie groźne. Innym stawianym wymaganiem może być rozróżnianie tych uszkodzeń, dla których wymagane są różne procedury zabezpieczenia obiektu.

Na uzyskiwaną wykrywalność i rozróżnialność uszkodzeń kluczowy wpływ ma zbiór mierzonych zmiennych procesowych, a tym samym zbiór realizowanych testów. Im więcej sygnałów jest mierzonych, tym więcej można zbudować modeli do realizacji poszczególnych testów. Metody zwiększenia rozróżnialności uszkodzeń były tematem wielu prac prowadzonych w IAI R PW.

W początkowych pracach [33, 37] do analizy rozróżnialności uszkodzeń przy binarnej ocenie residuów były stosowane zbiory ilorazowe. Wprowadzono relację nierozdzielnej kontroli zdarzeń awaryjnych (uszkodzeń) oraz relację nierozróżnialności stanów awaryjnych (uszkodzeń), która pozwala na określenie podzbiorów uszkodzeń nierozróżnialnych. W pracy [35] wykazano możliwość podwyższenia rozróżnialności uszkodzeń przez zastosowanie wielowartościowej oceny residuów. Przeprowadzenie analizy umożliwia zaproponowany *Fault Isolation System* (FIS), który jest adaptacją systemu informacyjnego zdefiniowanego przez Pawlaka [67, 68]. FIS stanowi uogólnienie binarnej macierzy diagnostycznej. Istotne rozszerzenie FIS w stosunku do binarnej macierzy diagnostycznej są następujące:

- dla każdego sygnału diagnostycznego może istnieć indywidualny (skończony) zbiór jego wartości;
- dowolny element FIS może zawierać zarówno jedną wartość sygnału diagnostycznego, jak i ich podzbiór.

W przypadku wielowartościowej klasyfikacji sygnałów diagnostycznych nie można określić rozróżnialności w sposób jednoznaczny. Zależy ona od kombinacji uzyskanych wyników testów.

W pracach [35, 39, 46] zdefiniowano pojęcia bezwarunkowej i warunkowej nierozróżnialności uszkodzeń w FIS.

Definicja 1. Uszkodzenia $f_k, f_m \in F$, $k, m \in [1, K]$; $k \neq m$ są nierozróżnialne (bezw warunkowo nierozróżnialne – tzn. pozostają w relacji R_N) w FIS ze względu na sygnały diagnostyczne $S_j \in S$ wtedy i tylko wtedy, gdy ich sygnatury są jednakowe:

$$f_k R_N f_m \Leftrightarrow \forall_{s_j \in S} V_{j,k} = V_{j,m} \quad (1)$$

Sygnatury uszkodzeń bezwarunkowo nierozróżnialnych są jednakowe.

Definicja 2. Uszkodzenia $f_k, f_m \in F$ są warunkowo nierozróżnialne (pozostają w relacji R_{WN}) w FIS ze względu na sygnały diagnostyczne $S_j \in S$ wtedy i tylko wtedy, gdy dla każdego sygnału podzbiory jego wartości odpowiadające uszkodzeniom f_k i f_m mają część wspólną i uszkodzenia te nie są bezwarunkowo nierozróżnialne:

$$f_k R_{WN} f_m \Leftrightarrow \forall_{s_j \in S} V_{j,k} \cap V_{j,m} \neq \emptyset \wedge \exists_{s_j \in S} V_{j,k} \neq V_{j,m} \quad (2)$$

Warunkowa nierozróżnialność uszkodzeń oznacza, że mogą wystąpić wartości v_j sygnałów diagnostycznych spełniające warunek:

$$\forall_{s_j \in S} v_j \in V_{j,k} \cap V_{j,m} \quad (3)$$

przy którym dane dwa uszkodzenia są nierozróżnialne. Jednak możliwe są inne wartości sygnałów diagnostycznych, przy których te same uszkodzenia są rozróżnialne. Spełniony jest wtedy następujący warunek:

$$\exists_{s_j \in S} [v_j \in V_{j,k} \wedge v_j \notin V_{j,m}] \vee [v_j \notin V_{j,k} \wedge v_j \in V_{j,m}] \quad (4)$$

Uszkodzenia $f_k, f_m \in F$ są w FIS (bezw warunkowo) rozróżnialne, jeśli istnieje sygnał diagnostyczny, dla którego podzbiory wartości odpowiadające tym uszkodzeniom są rozłączne:

$$f_k R_R f_m \Leftrightarrow \exists_{s_j \in S} V_{j,k} \cap V_{j,m} = \emptyset \quad (5)$$

Podczas wnioskowania jako objawy uszkodzeń są zwykle interpretowane wartości sygnałów diagnostycznych, ale mogą być brane pod uwagę także sekwencje pojawiających się symptomów. Obiekt diagnozowania jest układem dynamicznym, a zatem to samo uszkodzenie jest wykrywane po niejednakowym czasie przez różne testy diagnostyczne. Kolejność powstawania symptomów stanowi ważną informację, którą wykorzystuje się w procesie diagnozowania do podwyższenia rozróżnialności uszkodzeń [59, 80], przy założeniu, że znana jest wyłącznie postać obliczeniowa residuów.

Oznaczmy przez $es_{j,p}(f_k)$ sekwencję elementarną, tj. sekwencję dwóch symptomów j oraz p dla uszkodzenia f_k . Do rozróżnienia

dowolnej pary uszkodzeń jest wystarczające, aby kolejność dowolnej pary symptomów dla tych uszkodzeń była inna:

$$es_{j,p}(f_k) = \langle s_j, s_p \rangle, es_{j,p}(f_n) = \langle s_p, s_j \rangle \quad (6)$$

Źródłem wiedzy o kolejności symptomów może być znajomość modelu jakościowego procesu w postaci grafu przyczynowo-skutkowego GP [86]. Zostanie to zilustrowane na przykładzie grafu GP przedstawionego na rys. 3.

Do detekcji uszkodzeń mogą być wykorzystywane dwa modele: $y_1 = g_1(u_1)$ oraz $y_2 = g_2(u_1)$. Umożliwiają one obliczanie dwóch residuów: $r_1 = y_1 - g_1(u_1)$ oraz $r_2 = y_2 - g_2(u_1)$. Residua te są wrażliwe na oba uszkodzenia f_1 i f_2 . W przypadku wystąpienia uszkodzenia f_1 jako pierwszy da się zauważyć symptom $s_1 \neq 0$, a następnie symptom $s_2 \neq 0$. Wystąpienie uszkodzenia f_2 spowoduje odwrotną kolejność symptomów; jako pierwszy pojawi się symptom $s_2 \neq 0$, a następnie $s_1 \neq 0$. Zatem: $es_{1,2}(f_1) = \langle s_1, s_2 \rangle, es_{1,2}(f_2) = \langle s_2, s_1 \rangle$, co zapewnia rozróżnialność uszkodzeń.

Powyższy przykład pokazuje, że w układach ze sprzężeniem zwrotnym przy odpowiednim doborze pomiarów możliwe jest zaprojektowanie residuów charakteryzujących się odmienną kolejnością powstawania symptomów dla tych samych uszkodzeń. Sekwencje niektórych par symptomów mogą zostać określone także na podstawie wiedzy eksperckiej, bez modelowania wpływu uszkodzeń na wyjścia obiektu [53, 80].

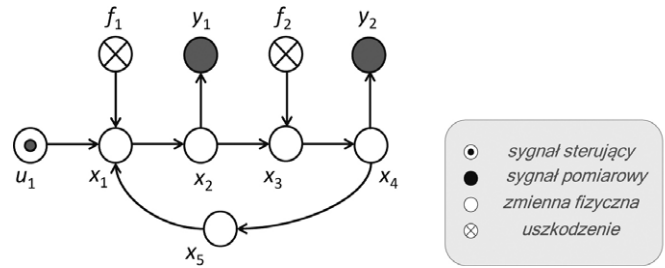
W pracy [46] omówiono związek między stosowanymi formami zapisu relacji uszkodzenia – wartości sygnałów diagnostycznych – a uzyskiwaną rozróżnialnością uszkodzeń. Podano formalne warunki nierozróżnialności oraz rozróżnialności uszkodzeń na podstawie binarnej macierzy diagnostycznej, kierunków uszkodzeń w przestrzeni residuów, wiedzy o sekwencji powstających symptomów, systemu informacyjnego FIS oraz na podstawie obszarów w przestrzeni residuów. Wprowadzono uogólnienie definicji rozróżnialności uszkodzeń przez złożenie odpowiednich warunków dotyczących wartości sygnałów diagnostycznych (residuów) z warunkami określającymi sekwencje symptomów.

Dla procesów przemysłowych największą rozróżnialność uszkodzeń przy danym zbiorze testów (sygnałów diagnostycznych) można osiągnąć, łącząc wielowartościową ocenę residuów z wiedzą o kolejności powstawania symptomów. Dla tego przypadku można sformułować [46] następujące warunki nierozróżnialności/rozróżnialności uszkodzeń:

Definicja 3. Uszkodzenia $f_k, f_m \in F$ są nierozróżnialne (bezw warunkowo nierozróżnialne) na podstawie FIS i sekwencji symptomów wtedy i tylko wtedy, gdy sygnatury i sekwencje tych uszkodzeń są jednakowe:

$$f_k R_N f_m \Leftrightarrow [\forall_{s_j \in S} V_{j,k} = V_{j,m}] \wedge [\forall_{s_j, s_p} es_{j,p}(f_k) = es_{j,p}(f_m)] \quad (7)$$

Definicja 4. Uszkodzenia $f_k, f_m \in F$ są (bezw warunkowo) rozróżnialne na podstawie FIS i sekwencji symptomów, jeśli istnieje sygnał diagnostyczny, dla którego podzbiory wartości odpowiadające tym uszkodzeniom są rozłączne lub istnieją dla nich różne elementarne sekwencje symptomów:



Rys. 3. Graf procesu ilustrujący rozróżnialność uszkodzeń uzyskiwaną na podstawie odmienności sekwencji symptomów [46]

$$f_k R_R f_m \Leftrightarrow [\exists_{s_j \in S} V_{j,k} \cap V_{j,m} = \emptyset] \vee \{[\exists es_{j,p}(f_k) = \langle s_j, s_p \rangle] \wedge [\exists es_{j,p}(f_m) = \langle s_p, s_j \rangle]\} \quad (8)$$

W pozostałych przypadkach, tzn. gdy nie jest spełniony jeden z powyższych warunków, występuje rozróżnialność warunkowa. Z podanych powyżej definicji wynika jednoznacznie, że wykorzystanie wiedzy (zwykle niekompletnej) o sekwencji symptomów pozwala uzyskać wyższą rozróżnialność uszkodzeń w porównaniu do wnioskowania wyłącznie na podstawie sygnatur określonych przez wartości wzorcowe sygnałów diagnostycznych.

Dla przypadku znajomości postaci wewnętrznej residuów (tj. ich zależności od uszkodzeń) opracowano metodę projektowania residuów wtórnych sekwencyjnych [46, 54], która pozwala na uzyskanie sekwencji rozróżniających dla uszkodzeń nierozróżnialnych przez residua pierwotne, pod warunkiem, że są wykrywane przez co najmniej dwa residua. Dla określonych par uszkodzeń można uzyskiwać sekwencje symptomów o wymaganych właściwościach, np. równoczesne symptomy, symptomy w dowolnej kolejności, przesunięte względem siebie o żądaną zwłokę. Istotną zaletą projektowanych par residuów skojarzonych jest to, że umożliwia ona obliczenie rozmiarów uszkodzeń. Procedura zatem nie tylko prowadzi do lokalizacji, ale także umożliwia identyfikację uszkodzeń pojedynczych.

W pracy [43] podano oryginalną metodę rozróżniania uszkodzeń podwójnych dla układów liniowych za pomocą metody residuów kierunkowych. Lokalizacja uszkodzeń podwójnych następuje na podstawie oceny komplanarności wektora residuów z płaszczyznami wyznaczonymi przez wektory kierunkowe dla poszczególnych par uszkodzeń. Sformułowano warunki rozróżnialności danej pary uszkodzeń od innych uszkodzeń i innych par uszkodzeń. Rozróżnialność można badać już na etapie projektowania systemu diagnostycznego. Opracowano również metodę strukturyzacji residuów, tj. projektowania residuów wtórnych w taki sposób, aby zwiększyć rozróżnialność lub podwyższyć odporność rozróżniania uszkodzeń podwójnych.

Oba powyższe podejścia mają jednak ograniczone zastosowanie w diagnostyce obiektów złożonych. Ze względu na wysokie koszty budowy modeli uwzględniających wpływ uszkodzeń mogą one być stosowane jedynie dla obiektów krytycznych, gdy koszty projektowania są pomijalne w porównaniu z kosztami strat w stanach awaryjnych.

Podsumowanie wyników prac dotyczących rozróżnialności uszkodzeń przedstawiono w monografii [53].

2.2. Uszkodzenia wielokrotne

W procesach przemysłowych dużej skali liczba możliwych uszkodzeń jest bardzo duża (tysiące – dziesiątki tysięcy). Bardzo duża jest także liczba wykorzystywanych sygnałów pomiarowych i realizowanych algorytmów detekcyjnych. Z tego względu jednoczesne istnienie wielu uszkodzonych elementów obiektu jest sytuacją wręcz normalną, a uszkodzenia wielokrotne mogą stanowić poważny problem. Algorytmy diagnozowania procesów przemysłowych powinny zatem być zdolne do rozpoznawania nie tylko uszkodzeń pojedynczych, ale także wielokrotnych.

Zdecydowana większość uszkodzeń powstaje jednak kolejno w różnych odstępach czasu. W przypadku diagnostyki online diagnoza DGN w chwili n powinna wskazywać podzbiór uszkodzeń, które wystąpiły od chwili wygenerowania poprzedniej diagnozy [33, 35]. Prawdopodobieństwo wystąpienia w krótkim odstępie czasu więcej niż jednego uszkodzenia jest małe. W pracach [33, 36] zaproponowano stosowanie w algorytmach diagnozowania procesów złożonych metody dynamicznej dekompozycji obiektu diagnozowanego. Polega ona na dynamicznym wyodrębnianiu podsystemu, w którym poszukiwane jest uszkodzenie, na podstawie pierwszego obserwowanego symptomu od chwili sformułowania poprzedniej diagnozy. Każdy podsystem jest określony przez: podzbiór uszkodzeń, podzbiór testów oraz relację diagnostyczną określoną na iloczynnie kartezjańskim tych podzbiorów. Zakładając brak fałszywych wartości sygnałów diagnostycznych przy binarnej ocenie wartości residuów, wykazano, że stosowanie metody dynamicznej dekompozycji systemu prowadzi do poprawnych diagnoz generowanych przy założeniu występowania uszkodzeń pojedynczych, gdy:

- a) uszkodzenia występują kolejno w odstępach większych niż czas formułowania kolejnych diagnoz;
- b) uszkodzenia występują jednocześnie, a dynamicznie wyodrębnione podsystemy im odpowiadające są rozłączne (uszkodzenia w tym przypadku są lokalizowane równolegle w odrębnych procesach wnioskowania prowadzonych przy założeniu uszkodzeń pojedynczych).

Należy jednak podkreślić, że po każdej diagnozie zbiór dostępnych sygnałów diagnostycznych powinien być pomniejszany o te sygnały, które są wrażliwe na wykryte uszkodzenie. Mogą one być ponownie włączone do zbioru dostępnych sygnałów diagnostycznych po przywróceniu stanu zdadności uszkodzonego elementu [33, 35, 36, 41].

Wnioskowanie diagnostyczne przy założeniu uszkodzeń pojedynczych jest zawodne tylko wtedy, gdy dwa lub więcej uszkodzeń wystąpią w krótszym okresie niż czas formułowania diagnozy, a wyodrębnione podsystemy nie są rozłączne. Dla tego przypadku podano efektywny algorytm wnioskowania zawierający dwie części: lokalizację zgrubną i dokładną uszkodzeń wielokrotnych [41]. Diagnoza zgrubna wskazuje podzbiór możliwych uszkodzeń zawierający uszkodzenia, dla których zaobserwowano wszystkie charakteryzujące je symptomy. Diagnoza precyzyjna wskazuje stany z uszkodzeniami wielokrotnymi, dla których sygnatura jest zgodna z uzyskanymi wartościami

sygnałów diagnostycznych. Przedstawione w pracy [41] algorytmy diagnozowania dla uszkodzeń wielokrotnych pozwalają w sposób bardzo znaczący zredukować nakłady obliczeniowe na diagnozowanie. Połączenie obu tych algorytmów daje efektywny mechanizm wnioskowania dla uszkodzeń dwukrotnych, a także uszkodzeń o większej krotności.

Odmienne podejście do diagnostyki uszkodzeń wielokrotnych przedstawiono w pracy [63]. Wykorzystuje ono związki między binarną macierzą diagnostyczną oraz regułami typu OR i AND. Zaproponowano rozszerzenie podstawowego, jednopoziomowego modelu opartego na binarnej macierzy diagnostycznej na dwupoziomowy. Podano podejście do diagnozy uszkodzeń wielokrotnych oparte na analizie niespójności.

2.3. Niepewności diagnozowania

Podczas wnioskowania diagnostycznego występują niepewności, które mogą doprowadzić do generowania fałszywych diagnoz. Większość danych w praktyce wykorzystywanych do diagnozowania zawiera w sobie niepewności [26, 49]. Przyczyną niepewności są: zakłócenia i szumy pomiarowe, niedokładność modeli oraz trudności określenia wartości progowych w algorytmach decyzyjnych. Prowadzą one do niepewności sygnałów diagnostycznych stanowiących wyjścia algorytmów detekcji uszkodzeń oraz wejścia algorytmu lokalizacji uszkodzeń. Na diagnozy generowane w algorytmach lokalizacji uszkodzeń mają wpływ także niepewności relacji uszkodzenia – symptomu, definiowanej przez ekspertów na etapie projektowania systemu diagnostycznego. Ponadto w rzeczywistości nigdy nie ma pewności, czy w fazie projektowania uwzględniono wszystkie możliwe uszkodzenia. Wystąpienie uszkodzeń pominiętych prowadzi albo do wskazywania innych uszkodzeń (nierozróżnialnych z pominiętymi), albo do występowania kombinacji wyników testów różnych od sygnatur uszkodzeń uwzględnionych w bazie wiedzy, co skutkuje brakiem możliwości sformułowania diagnozy.

Znanymi metodami uwzględnienia niepewności i braku precyzji we wnioskowaniu diagnostycznym są: teoria Bayesa [69], logika rozmyta [93], teoria Dempstera-Shafera [12, 74], zbiory przybliżone (ang. *rough sets*) [67] oraz współczynniki pewności [6, 76].

Teoria Bayesa pozwala na uwzględnienie niepewności związanej z niemożnością określenia prawdziwości/fałszywości diagnozy. W przypadku wzoru Bayesa formułujemy diagnozy jako hipotezy o stanie systemu na podstawie obserwacji (wartości sygnałów diagnostycznych), uwzględniając prawdopodobieństwa *a priori* poszczególnych stanów oraz prawdopodobieństwa warunkowe wyników testów w poszczególnych stanach systemu. Odpowiada to regule wnioskowania typu: IF obserwacje THEN hipoteza. W podrozdziale 3.7 monografii [35] sformułowano zasady formułowania diagnoz na podstawie tej teorii. Założono, że wnioskowanie diagnostyczne jest prowadzone na podstawie binarnych sygnałów diagnostycznych, generowanych przy progowej ocenie bezwzględnej wartości residuów.

Prawdopodobieństwa poszczególnych stanów obiektu z_i pod warunkiem wystąpienia zaobserwowanych binarnych wartości sygnałów diagnostycznych V są zależne od prawdopodobieństw warunkowych $P(V|z_i)$ binarnych sygnałów diagnostycznych

w poszczególnych stanach diagnozowanego obiektu oraz prawdopodobieństwa *a priori* $P(z_i)$ tych stanów:

$$P(z_i|V) = \frac{P(z_i)P(V|z_i)}{\sum_{i:z_i \in Z} P(z_i)P(V|z_i)} \quad (9)$$

W diagnostyce o stanie obiektu wnioskuje się na podstawie wielu obserwacji (sygnałów diagnostycznych). Łączenie obserwacji jest istotnym problemem przy wnioskowaniu na podstawie wzoru Bayesa. Problem upraszcza się, jeśli słuszne jest założenie o niezależności obserwacji. W praktyce tylko w tym przypadku możliwe jest efektywne wykorzystanie twierdzenia Bayesa. W rzeczywistości założenie to nie jest ściśle spełnione, gdyż podzbiory pomiarów wykorzystywanych do obliczenia poszczególnych sygnałów diagnostycznych nie zawsze są rozłączne, a i w takich przypadkach są zależne od tych samych zakłóceń i szumów pomiarowych.

Znajomość powyższych prawdopodobieństw umożliwia sformułowanie diagnozy probabilistycznej. Diagnoza wskazuje pary: stan obiektu oraz prawdopodobieństwo jego wystąpienia pod warunkiem wystąpienia uzyskanych wartości sygnałów diagnostycznych, dla których to prawdopodobieństwo przekracza przyjętą wartość progową.

$$DGN(P) = \{\langle z_i, P(z_i|V) \rangle : P(z_i|V) \geq K\} \quad (10)$$

Zaletą podejścia bayesowskiego jest wykorzystanie ugruntowanej teorii prawdopodobieństwa oraz wiedzy o prawdopodobieństwach *a priori* poszczególnych uszkodzeń. Wiedza o intensywności uszkodzeń poszczególnych elementów jest coraz częściej dostępna, m.in. jest ona niezbędna do szacowania ryzyka w analizach bezpieczeństwa obiektów technicznych, a szczególnie obiektów wysokiego i podwyższonego ryzyka. Umożliwia to wykorzystanie danych niezawodnościowych dla elementów obiektu do wnioskowania diagnostycznego.

Wadami powyższego sposobu wnioskowania jest zwykle brak spełnienia założenia dotyczącego niezależności obserwacji oraz duże trudności określenia prawdopodobieństw warunkowych $P(V|z_i)$ zarówno w sposób eksperymentalny, jak i teoretyczny. Do ich wyznaczenia potrzebne są albo częstości występowania wartości 0 i 1 sygnałów diagnostycznych w poszczególnych stanach obiektu, albo rozkłady gęstości prawdopodobieństwa wartości residuów w poszczególnych stanach obiektu. W praktyce dla procesów przemysłowych uzyskanie takich danych eksperymentalnych jest niemożliwe (poza stanem pełnej zdatności).

Istnieje jeszcze jedno ograniczenie zastosowania wzoru (9) do formułowania diagnoz. W procesach przemysłowych liczba możliwych uszkodzeń K jest duża, co prowadzi do liczby stanów obiektu $|Z| = 2^K$ tak olbrzymiej, że nie ma możliwości uwzględnienia ich wszystkich podczas wnioskowania diagnostycznego. Jeśli zbiór stanów obiektu ograniczymy do stanu pełnej zdatności oraz stanów z uszkodzeniami pojedynczymi, to liczba analizowanych stanów wynosi $K + 1$, a procedura diagnozowania się znacznie upraszcza. Nie jest celowe eliminowanie z tego zbioru stanu pełnej zdatności, nawet jeśli zaobserwowano symptomy uszkodzeń, zakładamy bowiem możliwość

pojawienia się symptomów fałszywych. Jednak nawet w tym przypadku zarówno teoretyczne, jak i eksperymentalne określenie prawdopodobieństw $P(V|z_i)$ nawet dla uszkodzeń pojedynczych jest w praktyce niemożliwe. Pozostaje jedynie arbitralne przyjęcie tych wartości z uwzględnieniem przyjętych wartości progowych dla poszczególnych residuów.

W przypadku systemów dużej skali nie mogą być też stosowane do lokalizacji uszkodzeń sieci bayesowskie, przydatne w diagnostyce obiektów stosunkowo prostych. Powodem jest eksplozja kombinatoryczna związana z analizą wszystkich możliwych stanów wejść sieci [10] oraz omówione powyżej trudności określenia prawdopodobieństw warunkowych.

Logika rozmyta jest skutecznym narzędziem do uwzględnienia braku precyzji wartości zmiennych wykorzystywanych we wnioskowaniu. Podstawy teoretyczne zbiorów rozmytych można znaleźć między innymi w pracach [92, 70], a przykłady ich zastosowania w diagnostyce są podane w pracach [28, 29, 35, 49, 50, 60].

Rozmyta ocena wartości residuów umożliwia uwzględnienie nieprecyzyjnych wartości sygnałów diagnostycznych. Diagnoza jest wyznaczana przez określenie stopnia aktywacji reguł o uszkodzeniach (ewentualnie stanów systemu z uszkodzeniami wielokrotnymi) na podstawie stopnia zgodności wartości sygnałów diagnostycznych z wartościami podanymi w przesłankach reguł. Stopnie aktywacji reguł są interpretowane jako stopień pewności wystąpienia danego uszkodzenia lub stanu z określonym podzbiorem uszkodzeń. Stosując zbiory rozmyte, uwzględniamy zatem brak precyzji obserwacji prowadzący do niepewności symptomów, a częstość występowania poszczególnych uszkodzeń jest pomijana.

Należy zwrócić uwagę, że nieprecyzyjne wartości sygnałów diagnostycznych przy wnioskowaniu na podstawie logiki klasycznej przekładają się na niepewną diagnozę, która może być prawdziwa lub fałszywa. Logika rozmyta umożliwia wyrażenie niepewności dotyczących wystąpienia poszczególnych uszkodzeń.

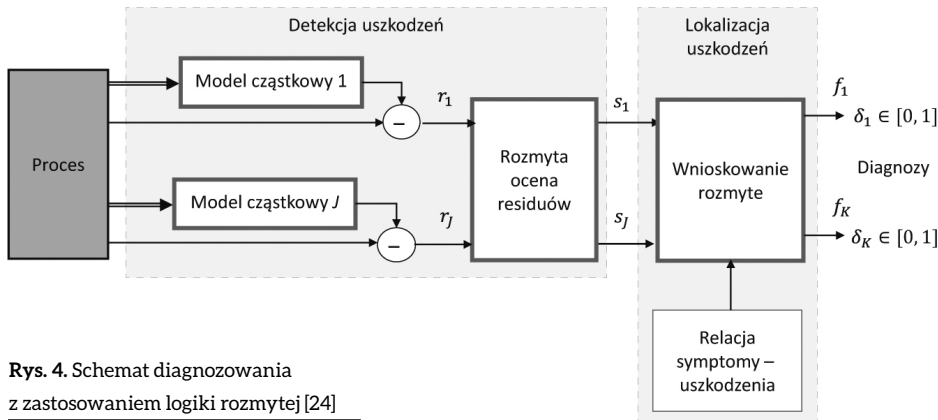
Zastosowanie logiki rozmytej do wnioskowania diagnostycznego zostało przedstawione w pracach [28, 35, 60]. Jest ono oparte na połączeniu rozmytej oceny residuów oraz wnioskowania rozmytego prowadzonego przy założeniu uszkodzeń pojedynczych na podstawie reguł otrzymanych z binarnej macierzy diagnostycznej lub systemu informacyjnego FIS [26, 35, 60]. Schemat takiego podejścia ilustruje rys. 4.

Diagnozy wskazują w tym przypadku uszkodzenia f_k wraz ze współczynnikami pewności ich wystąpienia δ_k . Mają one postać:

$$DGN(\delta) = \{\langle \delta_k, f_k \rangle : \delta_k \geq G\} \quad (11)$$

przy czym δ_k jest stopniem aktywacji reguły o wystąpieniu uszkodzenia f_k , a G jest pewną progową wartością stopnia aktywacji reguły, przy której uszkodzenie jest wskazywane w diagnozie (np. $G = 0,1$). Charakterystyczne jest, że system rozmyty w tym przypadku obejmuje jedynie etapy rozmywania i wnioskowania, a brak jest etapu wyostrzenia.

Rozwinięcie metody przedstawiono w publikacji [49], w której podano także sposoby uwzględnienia niepewności relacji uszkodzenia – symptomy definiowanej przez człowieka na



Rys. 4. Schemat diagnostowania z zastosowaniem logiki rozmytej [24]

etapie projektowania SD. Niepewność ta może zostać określona w różny sposób przez eksperta, projektanta systemu diagnostycznego. Najprostszy sposób polega na przyporządkowaniu każdej sygnaturze współczynnika pewności (*signature certainty factor*). Innym rozwiązaniem jest definiowanie współczynników pewności wiedzy o każdej parze związku uszkodzenie – wartość sygnału diagnostycznego w FIS. Powstaje w ten sposób rozmyty system informacyjny (*Fuzzy Fault Information System*) [35, 73]. Rozszerzone formy zapisu tej niepewności zaproponowano w pracach [49, 78].

Wykorzystywana w danym procesie wnioskowania baza reguł nie jest zwykle kompletna. Nie zawiera reguł dla wszystkich możliwych kombinacji wartości sygnałów diagnostycznych, gdyż w praktyce nie wszystkie takie kombinacje są możliwe. Jednak nigdy nie można mieć pewności, że wyspecyfikowany zbiór uszkodzeń zawiera wszystkie możliwe uszkodzenia. Może zatem brakować także reguł odpowiadających tym uszkodzeniom.

Dlatego w algorytmie wnioskowania celowe jest wyliczanie nie tylko pewności wystąpienia poszczególnych uszkodzeń, ale także pewności wypracowanej diagnozy. Jest to możliwe w przypadku, gdy we wnioskowaniu stosowany jest operator PROD oraz uszkodzenia nierozróżnialne łączone są w bloki elementarne [35, 49]. W tym przypadku w bazie reguł nie występują reguły sprzeczne (tzn. takie, które przy tych samych przesłankach mają różne konkluzje). Wartość μ_S sumy stopni aktywacji wszystkich reguł w bazie wiedzy obliczonej z zastosowaniem operatora PROD wynosi 1, jeśli baza reguł jest kompletna [70], oraz należy do przedziału $[0, 1]$ w przypadku bazy niekompletnej. Różnica $\mu_{US} = 1 - \mu_S$ stanowi miarę niepewności uzyskanej diagnozy. Im wartość μ_S jest bliższa 0, tym pewniejsza diagnoza. Wysoka wartość tego wskaźnika może świadczyć o nieuwzględnieniu w bazie wszystkich uszkodzeń lub też powstaniu fałszywych wartości sygnałów diagnostycznych. Wartość wskaźnika μ_{US} jest zatem miarą przekonania o wystąpieniu innego, nieznanego stanu obiektu.

Nową metodę formułowania diagnoz w warunkach niepewności, stanowiącą połączenie wnioskowania na podstawie teorii Dempstera-Shafera i logiki rozmytej, przedstawiono w pracy [85]. Rozwijane jest też podejście będące połączeniem wnioskowania rozmytego z teorią Bayesa [56]. Zaproponowany algorytm stanowi fuzję wzoru Bayesa przy subiektywnej interpretacji prawdopodobieństw warunkowych oraz wnioskowania

rozmytego. Wykorzystuje on wiedzę o prawdopodobieństwach *a priori* stanu zdadności i uszkodzeń oraz zamiast prawdopodobieństw warunkowych obserwacji bierze pod uwagę stopnie spełnienia przesłanek występujące w regułach wnioskowania rozmytego.

2.4. Dekompozycja obiektu i diagnostowanie w strukturach zdecentralizowanych

W przypadku diagnostowania złożonych instalacji przemysłowych zachodzi potrzeba dekompozycji

takich obiektów na mniejsze części diagnostowane równolegle przez odrębne jednostki diagnostujące. Problemy dekompozycji podejmował m.in. Siljak [77]. Dekompozycja systemu i diagnostowanie zdecentralizowane mają wiele zalet [4, 18, 32, 33, 35, 47, 71, 91], takich jak: zrównoleżenie zadań diagnostycznych, zmniejszenie nakładów obliczeniowych, lepsze dostosowanie informacji diagnostycznej do potrzeb różnych użytkowników, możliwość uruchamiania systemu diagnostującego etapami, kolejno dla poszczególnych podobiektów.

Dekompozycja obiektu może być realizowana w trybie online lub w trybie offline na etapie projektowania systemu diagnostycznego. Dekompozycja realizowana w trybie online jest stosowana we wszystkich algorytmach lokalizacji uszkodzeń przeznaczonych dla procesów dużej skali opracowanych w IAI R PW. Poniżej omówiono zagadnienia dekompozycji złożonych obiektów występujące na etapie projektowania systemu diagnostycznego.

Dekompozycja obejmuje wydzielenie części procesu, które będą diagnostowane przez odrębne jednostki komputerowe, oraz przyporządkowanie tym jednostkom zadań diagnostycznych. Rozwiązanie problemu dekompozycji systemu diagnostowania dla procesu dużej skali wiąże się ze znalezieniem odpowiedzi na następujące dwa pytania:

- Jakie części (obszary) procesu powinny obejmować poszczególne podsystemy diagnostujące?
- W jaki sposób poszczególnym podsystemom przyporządkować podzbiory testów diagnostycznych, mając na uwadze powiązania pomiędzy tymi podsystemami?

Wyodrębnienie całkowicie niezależnych części procesu jest zwykle niemożliwe. Każdy podział powinien być przeprowadzony w sposób optymalny lub przynajmniej racjonalny. W przypadku podziałów optymalnych powinien być minimalizowany wskaźnik powiązań między poszczególnymi podsystemami. Rozmiary podsystemów muszą być zwykle ograniczone, m.in. ze względu na moce obliczeniowe jednostek diagnostujących. Podział racjonalny polega na wyodrębnieniu podsystemów odpowiadających węzłom technologicznym procesu. Takie podejście nie gwarantuje minimalizacji powiązań między podsystemami, ale jest wygodne dla obsługi technicznej procesu, a często prowadzi także do małych wartości wskaźników powiązań między wydzielonymi częściami. Jednak w przypadku węzłów technologicznych o dużych rozmiarach

potrzebny staje się ich dalszy podział. Rozmiary podsystemów są określone przez liczbę przetwarzanych zmiennych procesowych, tj. liczby sygnałów pomiarowych i sygnałów sterujących wykorzystywanych w diagnostyce, oraz liczbę możliwych uszkodzeń w podsystemie.

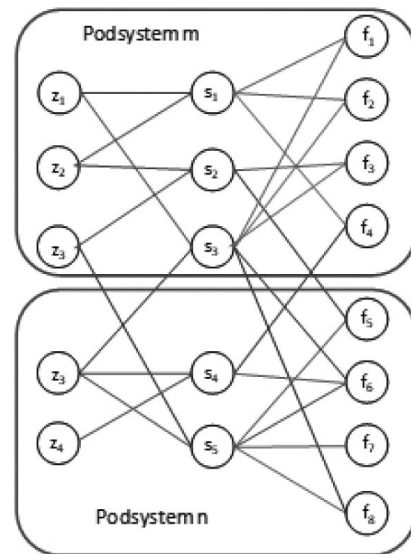
Do dokonania dekompozycji potrzebna jest znajomość modelu procesu i systemu diagnostycznego. Istnieją dwie zasadnicze grupy podejść do dekompozycji obiektu i systemu diagnozowania. Pierwsza jest oparta na wykorzystaniu modeli analitycznych procesu [4]. Druga wykorzystuje różne postacie grafowego opisu systemu diagnozowania [32, 35, 47, 57, 91]. W przypadku procesów dużej skali pozyskanie modelu ilościowego jest bardzo trudne i kosztowne, dlatego prace autora koncentrowały się na wykorzystaniu modeli jakościowych.

Dla celów dekompozycji obiektu diagnozowania stosowano w pracach [33, 35, 47] sieć reprezentującą powiązania pomiędzy elementami zbioru sygnałów diagnostycznych S . Sieć jest zdefiniowana przez graf G_S wiążący elementy zbioru sygnałów diagnostycznych S oraz funkcję ψ określoną na zbiorze łuków grafu, przyporządkowującą każdemu łukowi liczbę ϵ równą liczbie uszkodzeń wykrywanych wspólnie przez daną parę sygnałów diagnostycznych. Podano zasady wydzielenia niezależnych części obiektu i sposób wyodrębnienia podsystemów odpowiadających węzłom technologicznym procesu oraz sformułowano problem podziału minimalizującego wskaźniki powiązania między podsystemami. Do rozwiązania tego problemu stosowano [33, 47] heurystyczny algorytm Kernighana i Lina [22], a także algorytm genetyczny [91].

W pracy [57] wykorzystano model procesu w postaci grafu GP do podziału obiektu na określoną liczbę podsystemów o ograniczonych rozmiarach (określonych liczbą zmiennych procesowych i uszkodzeń). Do przyporządkowania wyodrębnionym podsystemom diagnostycznym podzbiorów testów, a tym samym podzbiorów sygnałów diagnostycznych, w taki sposób, aby zminimalizować powiązania między nimi, zastosowano trójdzielny graf systemu diagnostycznego GSD. Wierzchołki grafu odpowiadają zbiorom zmiennych procesowych Z , sygnałów diagnostycznych S oraz uszkodzeń F , a łuki reprezentują relacje określone na iloczynach kartezjańskich zbiorów $Z \times S$ oraz $S \times F$. Stopień powiązania między dwoma podsystemami o indeksach m i n , przy czym $m \neq n$, zależy od liczby łuków w grafie GSD łączących te podsystemy. Na rysunku 5 przedstawiono ideę zaproponowanej dekompozycji.

Dekompozycja zapewnia minimalizację współzależności pomiędzy podsystemami, ogranicza m.in. potrzebę wzajemnej wymiany informacji pomiędzy nimi. Zasadnicza różnica tego rozwiązania w stosunku do wcześniejszych polega na tym, że dekompozycji podlega pierwotnie graf procesu, podczas gdy w rozwiązaniach wcześniejszych był to odpowiednio przekształcony graf systemu diagnostycznego. Wadą wcześniejszych rozwiązań była potrzeba zaprojektowania systemu diagnostycznego dla całego złożonego procesu, a następnie jego dekompozycja.

Struktury współczesnych systemów automatyki są zdecentralizowane, przestrzennie rozproszone. Celowe jest, aby funkcje diagnostyczne stanowiące integralną część zadań sterowania

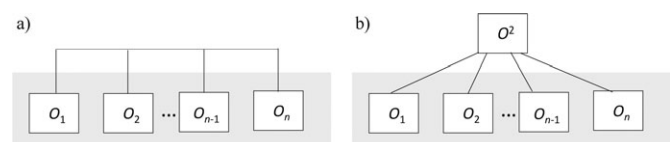


Rys. 5. Przykład dekompozycji systemu diagnostycznego określonego przez graf GSD na dwa podsystemy [57]

i zabezpieczenia obiektu były realizowane również w strukturach zdecentralizowanych. Główny problem wnioskowania diagnostycznego w takiej strukturze jest związany z powiązaniem między podsystemami. Symptomy uszkodzeń powstałych w jednym podobiekcie mogą być obserwowane także w innych podobiektach. Istnieje zatem potrzeba uwzględnienia takich symptomów przy formułowaniu diagnoz przez wszystkie jednostki diagnozujące.

Metody diagnozowania w strukturach zdecentralizowanych (rys. 6) jednopoziomowych i hierarchicznych (głównie dwupoziomowych), wykorzystujące logikę klasyczną, zostały przedstawione w pracach [26 rozdz. 19, 32, 33, 35]. Struktura jednopoziomowa charakteryzuje się tym, że poszczególne części obiektu są diagnozowane przez przyporządkowane im komputerowe jednostki diagnozujące. Jednostki te są sprzężone siecią i mogą wymieniać między sobą dane w celu uwzględnienia symptomów obserwowanych w innych podsystemach. Brak jest nadrzędnej jednostki diagnozującej.

Diagnozowanie może być także prowadzone w strukturze hierarchicznej. Jednostki komputerowe pierwszego poziomu diagnozują wyłącznie przyporządkowane im podobiekty. Przy odpowiedniej dekompozycji obiektu podsystemy pierwszego poziomu są niezależne, tzn. podzbiory wykrywanych uszkodzeń i podzbiory testów są rozłączne. Nadrzędne jednostki w systemie wykrywają i lokalizują uszkodzenia, których objawy są obserwowane w różnych podsystemach niższego poziomu. Na podstawie diagnoz powiązanych z nimi jednostek pierwszego poziomu oraz wyników testów realizowanych lokalnie



Rys. 6. Struktury diagnozowania zdecentralizowanego: (a) jednopoziomowa i (b) dwupoziomowa [81, 79]

jednostki wyższych poziomów formułują diagnozy ogólniejsze, obejmujące swym zasięgiem wszystkie przyporządkowane im podobiekty. W pracach [33, 35] przedstawiono metodę hierarchicznego opisu złożonych obiektów diagnozowania wykorzystywaną do diagnozowania w strukturze hierarchicznej oraz podano zasady wnioskowania diagnostycznego.

Szczególnym przypadkiem struktury hierarchicznej jest struktura dwupoziomowa. W strukturze dwupoziomowej jednostki komputerowe pierwszego poziomu diagnozują przyporządkowane im podobiekty bez uwzględnienia symptomów powstających w innych podobiektach [40]. Wszystkie testy wykrywające uszkodzenia w więcej niż jednym podsystemie realizuje jednostka nadrzędna. Formułuje ona właściwą diagnozę oraz uściśla diagnozy wypracowane na niższym poziomie.

Uogólnieniem metod wnioskowania w strukturach zdecentralizowanych na podstawie logiki klasycznej są metody wnioskowania rozmytego przeznaczone do diagnozowania w strukturze jednopoziomowej [81] oraz w strukturze dwupoziomowej [79].

2.5. Zastosowanie grafowych modeli w projektowaniu systemów diagnostyki procesów przemysłowych

Do rozwiązania wymienionych w podrozdziale 2 problemów projektowania systemów diagnostycznych opracowano oryginalne metody wykorzystujące grafowy model procesu (graf GP) oraz graf systemu diagnostycznego GSD. Przedstawiony m.in. w pracach [44, 53, 86] graf GP (GP – graf procesu) jest modelem jakościowym opisującym zależności przyczynowo-skutkowe między zmiennymi w procesie z uwzględnieniem wpływu uszkodzeń. Skierowany graf GP stanowi rozszerzenie znanych grafów SDG – *Signed Directed Graph*, które są wykorzystywane do reprezentacji związków przyczynowo-skutkowych między zmiennymi lub alarmami w instalacji technologicznej. Rozszerzenie polega m.in. na bezpośrednim uwzględnieniu uszkodzeń w opisie grafu.

Na rysunku 7 jest pokazany przykład grafu dla prostego obiektu laboratoryjnego – zespołu trzech zbiorników połączonych szeregowo [86].

Ważnym zastosowaniem grafu GP przy projektowaniu systemów diagnostycznych dla złożonych procesów jest wykorzystanie go do automatycznej generacji wszystkich struktur modeli do detekcji uszkodzeń przy założeniu, że zbiór urządzeń pomiarowych jest znany. Przez strukturę modelu jest rozumiana para: zmienna modelowana i zbiór zmiennych na nią oddziałujących. Takie podejście jest dedykowane do projektowania modeli przeznaczonych do detekcji uszkodzeń z wykorzystaniem rejestrowanych danych pomiarowych i sterujących. Mogą to być modele rozmyte, neuronowe, neuronowo-rozmyte, addytywne lub parametryczne. Każda struktura modelu wyznacza podgraf w grafie GP. Taki podgraf zawiera węzły wszystkich

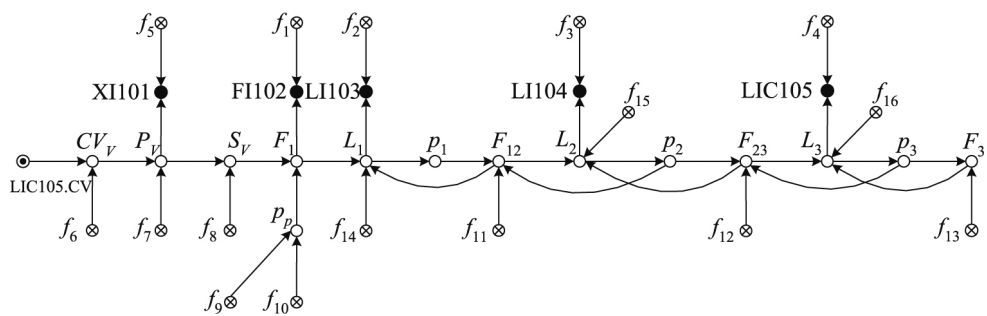
uszkodzeń, na które wrażliwe jest residuum obliczane z modelu. Dla tych uszkodzeń istnieją skierowane ścieżki od uszkodzenia do zmiennej modelowanej. Na podstawie grafu GP możliwe jest zatem określenie binarnej macierzy diagnostycznej potrzebnej do lokalizacji uszkodzeń.

Utworzony zbiór struktur modeli umożliwia ocenę uzyskiwanej wykrywalności i rozróżnialności uszkodzeń, a także projektowanie zbioru modeli (residuów) zapewniającego maksymalną wykrywalność i rozróżnialność uszkodzeń przy danym zbiorze sygnałów sterujących i mierzonych [84, 86]. W pracy [84] sformułowano warunki konieczne i dostateczne, jakie musi spełniać zbiór urządzeń pomiarowych, aby zapewnić wykrywalność i rozróżnialność uszkodzeń. Graf GP może zostać użyty do określenia, jakie pomiary powinny być zastosowane w systemie, aby uzyskać zakładaną rozróżnialność i wykrywalność uszkodzeń. Graf GP jest stosowany także do dekompozycji systemu diagnozowania dla procesów dużej skali [57]. Problem ten został przedstawiony w punkcie 2.4.

Zastosowania grafu GP nie ograniczają się tylko do diagnostyki procesów. Może on być wykorzystany także jako pierwszy etap budowy symulatorów procesu, a także do analizy i redukcji zbioru alarmów w systemach sterowania [58] oraz do wspomagania analiz bezpieczeństwa. W artykule [30] przedstawiono nowe podejście do prowadzenia analizy bezpieczeństwa metodą HAZOP przy wykorzystaniu grafu GP. W metodzie HAZOP nie została określona metodologia zapewnienia kompletności wyszczególnianych zagrożeń. W pracy pokazano, że kompletność tej analizy może zostać zwiększona przez zastosowanie modelu jakościowego procesu w postaci grafu GP. Graf GP jest wykorzystany do określania przyczyn odchylenia parametrów. W klasycznej analizie HAZOP mogą nie zostać zauważone powiązania między wydzielanymi węzłami, szczególnie w przypadku istnienia wewnętrznych sprzężeń zwrotnych w procesie. Zastosowanie grafu GP zwiększa prawdopodobieństwo uwzględnienia wszystkich zagrożeń ze względu na ich systematyczne modelowanie w grafie oraz jawnie określone powiązania między wydzielonymi węzłami. W przypadku wspomagania analizy HAZOP dla danego odchylenia parametru procesu możliwe jest pokazanie podgrafu obejmującego wszystkie możliwe zagrożenia (uszkodzenia).

Zaproponowana procedura wspomagania analizy HAZOP z zastosowaniem grafu GP procesu umożliwia:

- wizualizację za pomocą grafu zależności przyczynowo-skutkowych występujących w procesie;



Rys. 7. Przykładowy graf fragmentu procesu [86]

- uzupełnienie analizy przez identyfikowanie potencjalnych zależności pomiędzy węzłami;
- zwiększenie stopnia kompletności wykonanej analizy.

Model jakościowy procesu w postaci grafu GP ma wiele zalet. Do jego utworzenia nie jest potrzebny matematyczny model obiektu diagnozowania, wystarczająca jest wiedza ekspercka. Wpływ uszkodzeń analizowany jest jakościowo, nie ma zatem potrzeby tworzenia złożonego analitycznego opisu wpływu uszkodzeń na zmienne modelowane, co w przypadku procesów złożonych jest praktycznie niemożliwe do realizacji. Model ten pozwala rozwiązać podstawowe problemy projektowania systemów diagnostycznych dotyczące doboru zbioru sygnałów pomiarowych, zbioru algorytmów detekcyjnych oraz przeprowadzić analizę wykrywalności i rozróżnialności uszkodzeń. Zaproponowane metody są, zdaniem autora, alternatywnym, ale bardziej intuicyjnym podejściem w stosunku do innych metod wykorzystujących modele jakościowe: grafy SDG [8, 61, 75], bond grafy [5, 72] oraz model strukturalny [3, 11, 13].

3. Metody i systemy diagnozowania procesów dużej skali

Rozwiązanie powyższych problemów diagnozowania obiektów dynamicznych umożliwiło opracowanie efektywnych i odpornych algorytmów diagnozowania złożonych obiektów dynamicznych dużej skali oraz ich implementację w zrealizowanych systemach diagnostycznych.

Podstawą wszystkich algorytmów diagnozowania w trybie online złożonych procesów przemysłowych przedstawionych w pracach [27, 33–36, 41, 59, 60] jest wykorzystanie metody DDS – dynamicznej dekompozycji systemu diagnozowanego. Dekompozycja ta polega na tym, że po każdym wykryciu symptomu jest wydzielany odpowiedni podsystem, określony przez podzbiory możliwych uszkodzeń i sygnałów diagnostycznych wykrywających te uszkodzenia. Dla tak wydzielonego podsystemu jest prowadzone dalsze diagnozowanie.

Zastosowanie metody DDS redukuje znacząco nakłady obliczeniowe na formułowanie diagnoz zarówno dla uszkodzeń pojedynczych, jak i wielokrotnych. Zabezpiecza też przed błędami wnioskowania prowadzonego przy założeniu uszkodzeń pojedynczych w przypadkach występowania uszkodzeń wielokrotnych [41]. Uszkodzenia wielokrotne występujące jednocześnie lub w krótkich odstępach czasu są prawidłowo lokalizowane przy założeniu uszkodzeń pojedynczych, jeśli dynamicznie określane podzbiory sygnałów diagnostycznych przydatnych do ich rozpoznania są rozłączne.

Prawdopodobnie pierwszą opisaną w publikacjach metodą diagnozowania przeznaczoną do diagnozowania w czasie rzeczywistym procesów przemysłowych dużej skali była metoda DTS – dynamicznych tablic stanu [33, 34, 36]. Metoda ta wykorzystywała reguły wnioskowania odpowiadające wierszom binarnej macierzy diagnostycznej, logikę klasyczną oraz koncepcję dynamicznej dekompozycji diagnozowanego obiektu. Metoda została zaimplementowana w systemie monitorowania procesów OSA. System OSA (opracowany w 1986 r.) był pierwszym w kraju i jednym z pierwszych na świecie, który realizował zaawansowane funkcje diagnostyczne w czasie rzeczywistym. Został on wdrożony do eksploatacji w Cukrowni Lublin [33, 45].

W kolejnych wersjach metody rozszerzenia polegały na:

- wykorzystaniu reguł wynikających z systemu informacyjnego FIS do zapisu wiedzy o relacji uszkodzenia – symptomy, wprowadzenie wielowartościowej rozmytej oceny residuów i zastosowanie logiki rozmytej do wnioskowania – metoda F-DTS [60];
- uwzględnieniu wiedzy o opóźnieniach powstawania symptomów do zabezpieczenia przed fałszywymi diagnozami i podwyższenia osiągniętej rozróżnialności uszkodzeń – metoda T-DTS [35, 59, 80].

Wszystkie warianty metody DTS zostały zaprezentowane także w monografiach [26, 27, 35]. Te i dalsze rozwinięcia algorytmów diagnozowania procesów przemysłowych były implementowane w kolejnych, coraz bardziej zaawansowanych systemach diagnostycznych: DIAG [26, 27], AMandD [31, 42, 52, 82] oraz DiaSter [24, 25, 83]. Systemy te przeszły badania przemysłowe i były wdrażane pilotażowo m.in. w Cukrowni Lublin, Zakładach Azotowych Puławy, EC Siekierki, PKN Orlen oraz w laboratorium Université des Sciences et Technologies de Lille. Przykład wizualizacji diagnoz w systemie AMandD jest pokazany na rys. 8.

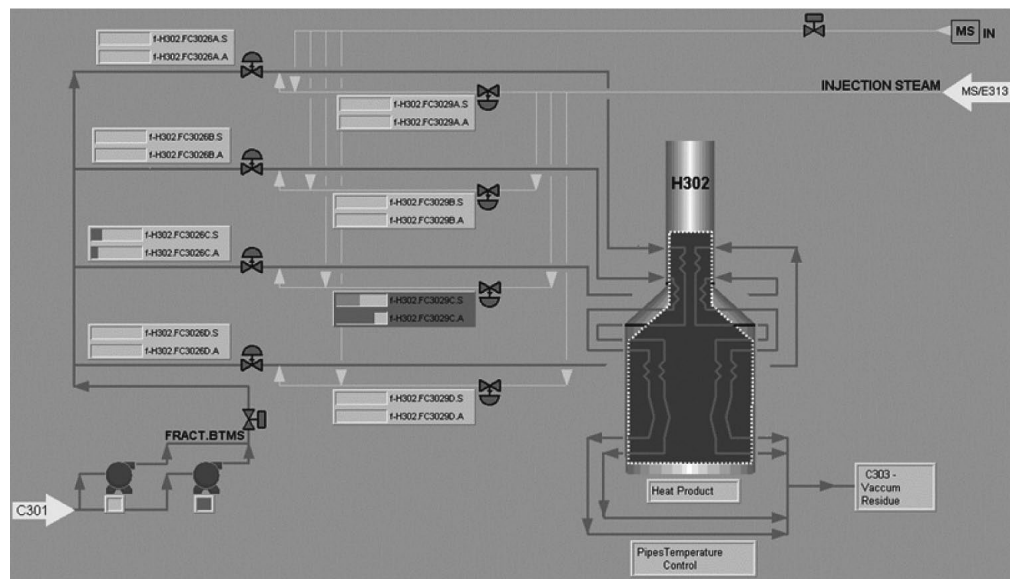
4. Podsumowanie – znaczenie diagnostyki online w zapewnieniu bezpieczeństwa procesów

Jednym z najsilniej rozwijanych aktualnie kierunków badań w dziedzinie automatyki przemysłowej jest bezpieczeństwo i cyberbezpieczeństwo oraz niezawodność przemysłowych systemów sterowania (*Industrial Control Systems, ICS*). Tematami badań są: metody detekcji, lokalizacji i identyfikacji uszkodzeń, systemy automatycznej diagnostyki procesów przemysłowych, układy sterowania tolerujące uszkodzenia, techniki modelowania procesów z uwzględnieniem scenariuszy awaryjnych na potrzeby budowy symulatorów procesów do szkolenia operatorów, metody detekcji cyberataków, metody oceny i redukcji ryzyka itp. Zagadnienia te nabierają coraz większego znaczenia szczególnie dla procesów dużej skali występujących w przemyśle energetycznym, petrochemicznym, chemicznym, hutniczym czy spożywcym, z których wiele to obiekty krytyczne. W przypadku takich instalacji wszelkie awarie nie tylko prowadzą do dużych strat ekonomicznych, ale mogą stanowić zagrożenie dla życia ludzi oraz powodować skażenie środowiska naturalnego.

Bezpieczeństwo techniczne (ang. *safety*) jest rozpatrywane jako problem zapobiegania poważnym awariom przemysłowym spowodowanym zawodnością komponentów instalacji technologicznej (np. pęknięcia rurociągów), uszkodzeniami elementów systemu sterowania oraz błędami ludzkimi. Innym aspektem jest bezpieczeństwo (ang. *security*) rozumiane jako zagadnienie ochrony przed celowymi nieprzyjaznymi atakami z zewnątrz (np. ataki hakerskie na systemy sterowania) oraz działaniami sabotażowymi prowadzonymi od wewnątrz. Mimo różnych przyczyn skutki groźnych uszkodzeń, błędów ludzkich i ataków mogą być takie same, np. pożar, eksplozja, skażenie środowiska, zniszczenie instalacji, zatrzymanie procesu.

W niniejszej pracy omówiono problemy diagnostyki online procesów przemysłowych dużej skali, realizowanej przez system sterujący lub zintegrowany z nim system doradczy. Automatycznie realizowana diagnostyka aparatów technologicznych,

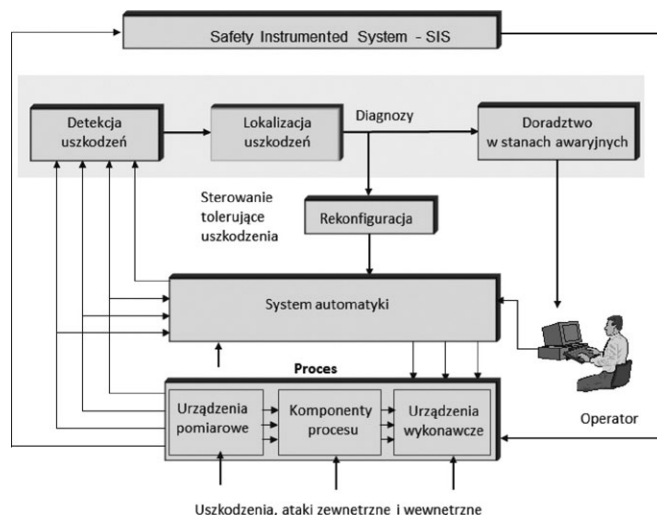
Rys. 8. Wizualizacje uszkodzeń zaworów regulacyjnych oraz torów pomiarowych przepływu mazutu i pary w piecu. Na schematach synoptycznych są rozmieszczone wskaźniki odpowiadające poszczególnym uszkodzeniom, na których wyświetlana jest wartość wskaźnika pewności istnienia danego uszkodzenia w zakresie 0-1. Niewidoczny na rysunku kolor słupka na wskaźniku (żółty, fioletowy, czerwony) jest zależny od stopnia pewności uszkodzenia [52]



urządzeń pomiarowych i wykonawczych ma bezpośredni wpływ zarówno na bezpieczeństwo, jak i wskaźniki niezawodnościowe systemu. Powoduje podwyższenie takich wskaźników, jak pokrycie diagnostyczne DC (*Diagnostics Coverage*) oraz SFF (*Safe Failure Fraction*) zdefiniowanych w normach dotyczących bezpieczeństwa funkcjonalnego (PN-EN 61508, PN-EN 61511), co ma bezpośrednie przełożenie na redukcję ryzyka [66]. Skrócenie czasu diagnostyki prowadzi także do zmniejszenia wartości wskaźnika MTTR (*Mean Time To Repair*), a tym samym podwyższenia wskaźnika dyspozycyjności (gotowości technicznej) systemu.

Wymogi zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa są określone przez istniejące uregulowania prawne i normy techniczne. Podstawowym sposobem redukcji ryzyka do poziomu akceptowalnego jest stosowanie systemów bezpieczeństwa SIS (*Safety Instrumented Systems*), które realizują tzw. funkcje bezpieczeństwa, tzn. algorytmy blokad i zabezpieczeń automatycznych. Działania SIS wiążą się z zatrzymaniem całego lub części procesu, co prowadzi do strat ekonomicznych. Diagnostyka online zapewnia wczesne rozpoznawanie uszkodzeń. Diagnozy wspomagają operatorów procesu (rys. 9), co umożliwia im podejmowanie odpowiednich działań zabezpieczających. Są także wykorzystywane przez układy sterowania tolerujące uszkodzenia (*Fault Tolerant Control Systems, FTC*) do realizacji automatycznych rekonfiguracji struktury układów w stanach z uszkodzeniami. Nie dochodzi w takich przypadkach do zadziałania SIS i odstawienia procesu, co oznacza redukcję strat ekonomicznych w stanach awaryjnych. System diagnostyczny tworzy nową warstwę zabezpieczeniowo-ochronną [38].

Innym celem zaawansowanej diagnostyki online jest prowadzenie nowoczesnej strategii utrzymania ruchu opartej na ocenie stanu technicznego instalacji technologicznej. Oprócz uszkodzeń nagłych w aparaturze procesów technologicznych zachodzą często wolnozmiennie zmiany destrukcyjne, zmieniające ich charakterystyki i pogarszające właściwości eksploatacyjne. Przyczyną tych zmian są procesy zużycia materiałów, osadzanie się różnych substancji na elementach urządzeń itp. Racjonalną drogą postępowania jest zastąpienie okresowych



Rys. 9. System diagnostyczny w strukturze systemu sterowania i zabezpieczenia procesu [53]

przeглядów i remontów przez strategię przeprowadzania remontów na podstawie bieżącej oceny stanu technicznego obiektu i szacowaniu czasu do wystąpienia stanu krytycznego. Ta strategia utrzymania ruchu jest określana jako predykcyjna (*Predictive Maintenance*).

Zaawansowana diagnostyka online jest skutecznym sposobem rozpoznawania nie tylko uszkodzeń, ale także cyberataków [55]. Pozwala rozpoznać cyberataki w sytuacji, gdy inne warstwy zabezpieczenia przed cyberzagrożeniami okażą się nieskuteczne. ■

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

Fragment pochodzi z książki:

Automatyka, robotyka i przetwarzanie informacji,
Piotr Kulczycki, Józef Korbicz, Janusz Kacprzyk,
Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020

Magazyn wyrobów gotowych¹

1. Informacje podstawowe i proces przed wdrożeniem

Omawiane przedsiębiorstwo jest producentem chemii budowlanej działającym od 25 lat na polskim rynku. Firma posiada 3 zautomatyzowane zakłady produkcyjne oraz 3 hurtownie. Produkty przedsiębiorstwa można znaleźć w wielu placówkach handlowych w Polsce oraz za granicą. Do wdrożenia RFID wybrano największy zakład z uwagi na problemy związane z gospodarką magazynową, w szczególności wyrobów gotowych.

Magazyn wyrobów gotowych jest zlokalizowany w bezpośrednim sąsiedztwie linii produkcyjnej. Ostatnim etapem procesu produkcyjnego jest automatyczna paletyzacja wyrobów gotowych. Następnie palety z wyrobem gotowym są rozwożone na miejsca magazynowe przy wykorzystaniu wózków widłowych. Wyroby gotowe składowane są w postaci jednorodnych opakowań zbiorczych. Stosuje się stosy do wysokości maksymalnie 3 warstw palet. W magazynie, z uwagi na jego charakterystykę, utrudnione jest realizowanie zasady FIFO², co prowadzi do powstawania kosztów związanych z przeterminowaniem niektórych

wyrobów gotowych. Operator wózka widłowego na zleceniu dostawał informację o rodzaju wyrobu, który ma pobrać, bez możliwości pobrania konkretnej palety o najkrótszym terminie przydatności do użycia. Wyroby przeterminowane często odnajdywane były dopiero podczas inwentaryzacji. Wykorzystanie magazynu nie było optymalne, gdyż całe sektory przeznaczone były do konkretnych rodzajów wyrobu, aby ułatwić operatorom wózków odszukiwanie wyrobu przeznaczonego do załadunku i wydania. Kolejnym problemem był brak wiarygodnych informacji o stanie magazynu, co powodowało zbędne zapasy lub niedobory.

2. Zastosowane rozwiązania RFID Cel wdrożenia i funkcjonalności systemu

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

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

Proces po wdrożeniu

Pierwszym nowym elementem w procesie jest znakowanie palet etykietami RFID. Znakowanie odbywa się w sposób zautomatyzowany. Jest to ostatnia operacja przed podjęciem palety przez wózek widłowy w celu jej odstawienia do odpowiedniego sektora w magazynie. Zastosowano automatyczny aplikator etykiet RFID, który zintegrowano z automatycznym przenośnikiem rolkowym. Etykieta RFID – oprócz zakodowania unikalnym identyfikatorem RFID – jest również zadrukowywana, co umożliwia jej wykorzystanie przez odbiorców lub w zakładach nieposiadających czytników RFID. Znakowane są całe ofoliowane palety jako opakowanie zbiorcze wyrobów gotowych.

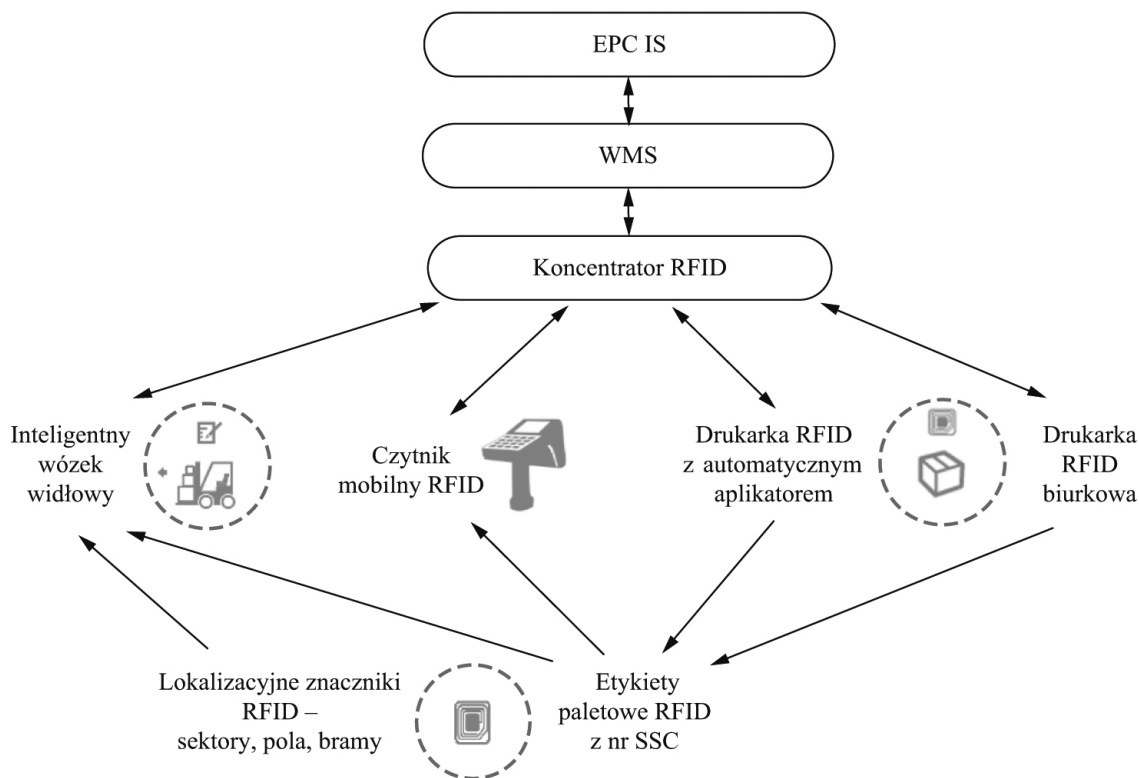
→

reklama

opakowania.biz
Portal branży opakowań

Skontaktuj się z nami:
www.opakowania.biz
e-mail: redakcja@opakowania.biz
85-758 Bydgoszcz, ul. Przemysłowa 8C
tel. 52 343 73 35, fax 52 561 02 37

VERTICA.PL
Technologie internetowe

Rys. 1. RFID w magazynie wyrobów gotowych⁷

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

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

Wydania z magazynu wyrobów gotowych realizowane są również na

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

Wszelkie sytuacje nietypowe, jak np. kompletacja palet typu „mix”, realizowane są na podstawie wykorzystania czytników mobilnych RFID oraz drukarki biurkowej RFID. Na drukarce drukowana i kodowana jest etykieta dla nowej palety „mix”. Następnie pracownik, przy użyciu czytnika mobilnego, odczytuje kody kreskowe z poszczególnych opakowań jednostkowych i przywiązuje je do numeru SSCC zapisanego

w etykiecie RFID, utworzonej dla kompletowanej palety.

Sprzęt i standardy RFID

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

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

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

Kolejny element rozwiązania to znaczniki lokalizacyjne RFID umieszczone pod sufitem magazynu. Odczytując je, możliwe jest określenie lokalizacji wózka widłowego. Przeprowadzono również testy alternatywnego rozwiązania, jakim byłoby umieszczenie znaczników RFID w posadzce. Jednakże to rozwiązanie stwarzało dwa problemy.

Pierwszy problem konstrukcyjny związany z instalacją czytnika RFID na wózku widłowym, zaś drugi związany ze skutecznością odczytów. W wyniku testów zdecydowano się rozmieścić znaczniki pod sufitem magazynu, a wózek wyposażić w czytnik RFID na dachu, co zapewniło 100% skuteczność rozwiązania w zakresie lokalizowania wózków widłowych. Analizowano również możliwość wykorzystania dwóch rodzajów RTLS³, w tym opartego o znaczniki pasywne UHF oraz opartego o znaczniki aktywne. Oba rozwiązania przekraczały dysponowany budżet. Mogłyby być one celowe dla większej liczby wózków, lokalizacji magazynowych i bram magazynu czy też większego poziomu wymaganej dokładności lokalizacji w magazynie. W analizowanym przypadku wystarczający poziom dokładności zapewnia lokalizacja uwzględniająca sektor magazynowy i z tego względu użycie znaczników RFID montowanych pod sufitem było wystarczające.

Rozwiązanie oparte jest o wykorzystanie etykiet RFID do znakowania palet. Kodowanie etykiet oraz ich zadruk odbywa się zgodnie z wytycznymi GS1, co oznacza, że identyfikatorem zapisywanym w pamięci EPC znacznika jest numer SSCC⁴.

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

Oprogramowanie

Cały system RFID został zintegrowany z systemem magazynowym WMS⁵. Z punktu widzenia systemu RFID konieczne było przygotowanie oprogramowania na wózek widłowy. Oprogramowanie to wstępnie filtruje i grupuje odczyty z czytników RFID oraz przekazuje do systemu nadrzędnego informacje o zaistniałych zdarzeniach, takich jak podjęcie czy odstawienie palety. Oprogramowanie realizuje trzy podstawowe funkcje, tj. automatycznie identyfikuje pobraną paletę, automatycznie identyfikuje odłożoną paletę oraz automatycznie identyfikuje lokalizację wózka. Następnie informacje te przekazywane są

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

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

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

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

Dodatkowo informacje o zrealizowanych transakcjach udostępniane są w serwisie EPC IS⁶. Odbiorcy, korzystający również z serwisu EPC IS, mogą w czasie rzeczywistym otrzymywać informacje w momencie wysyłki, a produkty można śledzić w całym łańcuchu dostaw za każdym razem, gdy odczyt RFID zostanie dokonany i udostępniony przez EPC IS.

3. Podsumowanie

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

systemu WMS, który pozwolił wyeliminować papierowe zlecenia magazynowe, generujące znaczne ryzyko popełnienia błędów. Wymierne korzyści uzyskane w wyniku wdrożenia to:

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

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

Przypisy

1. Opis niniejszego wdrożenia został częściowo przedstawiony w artykule: GŁADYSZ B.: *EPC/RFID w magazynie wyrobów gotowych*, „Logistyka” 3/2015.
2. Ang. *First In First Out* – pierwsze przyszło, pierwsze wyszło.
3. Ang. *Real Time Locating System* – system lokalizacji w czasie rzeczywistym.
4. Ang. *Serial Shipping Container Code*.
5. Ang. *Warehouse Management System* – system zarządzania magazynem.
6. EPC Information Services version 1.1, http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/epcis_1_1-standard-20140520.pdf [data dostępu: 25 lutego 2016].
7. Opracowano na podstawie: GŁADYSZ B.: *EPC/RFID w magazynie wyrobów gotowych*, „Logistyka” 3/2015.

Fragment pochodzi z książki:

RFID od koncepcji do wdrożenia

B. Gładysz, M. Grabia, K. Santarek

Wydawnictwo Naukowe PWN,

Warszawa 2016

Toksyny mikrobiologiczne w żywności: znaczenie *Escherichia coli*

Giorgia Caruso, Antonino Santi Delia, Gabriella Caruso, Salvatore Parisi, Pasqualina Lagana

Streszczenie: Wszelkie dyskusje na temat mikrobiologii żywności wśród analityków i specjalistów ds. higieny rzadko rozpoczynają się od zagadnienia bakterii chorobotwórczych występujących w żywności, chociaż dla sektora żywności i napojów można wyróżnić cały szereg zagrożeń mikrobiologicznych. Biorąc pod uwagę spektrum istniejących szczepów, należy przyznać, że obecnie znanych jest niewiele mikroorganizmów. Wynika to prawdopodobnie z faktu, że jeden konkretny mikroorganizm może rozprzestrzenić się w środowisku i w wybranych podłożach hodowlanych, takich jak żywność, w której dochodzi do permutacji szczepu wyjściowego do postaci kilku różnych subszczepów o odmiennych właściwościach. Opisaną sytuację można zaobserwować na przykładzie *Escherichia coli*, najważniejszego mikroorganizmu z grupy tzw. bakterii typu „coli”. *E. coli* stanowi klasyczny komensal przewodu pokarmowego zwierząt i ludzi. Ze względu na jego liczną reprezentację w mikroflorze okrężnicy jest on wykorzystywany jako jeden z głównych wskaźników zanieczyszczenia odchodami żywności czy wody. Jednakże niektóre grupy tego gatunku dysponują genami wirulencji. Szczepy jelitowe zostały podzielone na różne patogeny, w zależności od czynników wirulencji oraz właściwości chorobotwórczych. W niniejszym rozdziale opisane zostały różne patotypy *E. coli*, ze szczególnym uwzględnieniem szczepów odpowiedzialnych za wytwarzanie toksyn. Ponadto celem tego rozdziału jest dostarczenie informacji na temat powiązanych toksyn, ich właściwości chemicznych oraz najczęściej wykorzystywanych metod analitycznych w branży spożywczej.

Słowa kluczowe: *Escherichia coli*, zanieczyszczenie odchodami, ogniska chorób przenoszonych przez żywność, toksyny termolabilne, toksyny termostabilne, toksyna Shiga

Wykaz skrótów:

- AAF (ang. *Aggregative Adherence Fimbrium*) – fimbrie agregacyjne;
- A/E (ang. *Attaching-and-Effacing*) – *attaching-and-effacing* ([przyp. tłum.] w związku z brakiem polskiego odpowiednika w literaturze przedmiotu stosuje się odpowiednik angielski);
- CT (ang. *Cholera Toxin*) – toksyna cholery;
- CF (ang. *Colonisation Factor*) – współczynnik kolonizacji;
- CFU (ang. *Colony Forming Unit*) – jednostka tworząca kolonię;
- DNA (ang. *Deoxyribonucleic Acid*) – kwas deoksyrybonukleinowy;
- DAEC (ang. *Diffusely Adherent E. coli*) – *E. coli* o rozsianym typie adhezji;
- EAEC (ang. *Enteraggregative E. coli*) – agregujący szczep *E. coli*;
- EAST-1 (ang. *Enteraggregative Heat-Stable Toxin 1*) – agregująca termostabilna toksyna 1;
- EHEC (ang. *Enterohaemorrhagic E. coli*) – enterokrwtoczny szczep *E. coli*;
- EIEC (ang. *Enteroinvasive E. coli*) – enteroinwazyjny szczep *E. coli*;
- EPEC (ang. *Enteropathogenic E. coli*) – enteropatogeny szczep *E. coli*;
- ETEC (ang. *Enterotoxigenic E. coli*) – enterotoksyczny szczep *E. coli*;
- ELISA (ang. *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) – test immunoabsorpcji enzymozależnej (ELISA);
- FDA (ang. *Food and Drug Administration*) – Agencja ds. Żywności i Leków;

- LT (ang. *Heat-Labile*) – termolabilny;
- ST (ang. *Heat-Stable*) – termostabilny;
- STa (ang. *Heat-Stable a*) – termostabilny typu a;
- STb (ang. *Heat-Stable b*) – termostabilny typu b;
- IMS (ang. *Immunomagnetic Separation*) – separacja immunomagnetyczna;
- LEE (ang. *Locus Enterocyte Effacement*) – wyspa patogenności LEE;
- LPS (ang. *Lipopolysaccharide*) – lipopolisacharyd;
- PCR (ang. *Polymerase Chain Reaction*) – reakcja łańcuchowa polimerazy;
- RTE (ang. *Ready-to-Eat*) – gotowe do spożycia;
- RKI (ang. *Robert Koch Institute*) – Instytut Roberta Kocha;
- SPATE (ang. *Serine Protease Auto Transporter of Enterobacteriaceae*) – autotransporter proteazy serynowej dla enterobakterii;
- Stx (ang. *Shiga Toxin*) – toksyna Shiga;
- STEC (ang. *Shiga Toxin-Producing E. coli*) – szczep *E. coli* odpowiedzialny za wytwarzanie toksyny Shiga;
- ShET-1 (ang. *Shigella Enterotoxin 1*) – enterotoksyna Shigella 1;
- SMAC (ang. *Sorbitol-MacConkey*) – sorbitol-MacConkey;
- VTEC (ang. *Verotoxigenic E. coli*) – werotoksyczny szczep *E. coli*.

1. Wprowadzenie

Escherichia coli należy do rodziny enterobakterii i jest najczęściej reprezentowana przez ruchome pałeczki Gram-ujemne. Występuje w różnych formach w naturze i cechuje ją wysoka wszechstronność, co ma swoje odzwierciedlenia w znacznej różnorodności tego gatunku (Bergthorsson i Ochman 1998). Oprócz

przynależności do gatunków jelitowych *E. coli* została w ostatnim czasie również zaklasyfikowana jako bakteria wolno żyjąca, przy czym miejsca jej występowania są dobrze znane (Cox i in. 1988). Ponadto badania pokazują, że *E. coli* jest w stanie nie tylko przetrwać, ale również rozmnażać się w środowiskach naturalnych, takich jak ciepłe, subtropikalne gleby i wody (Byappanahalli i Fujioka 1998, Solo-Gabriele i in. 2000), chociaż zdolność do przetrwania w otwartych środowiskach zależy od gatunku (Topp i in. 2003). Układ trawienny ludzi i innych ssaków uważa się za najbardziej sprzyjające miejsce wzrostu, ponieważ dostęp do zasobów oraz stałość cech abiotycznych stwarzają idealne warunki dla *E. coli* (van Elsas i in. 2011). W ludzkiej florze jelitowej *E. coli* jest uznawana za dominujący beztlenowy mikroorganizm, który jest w stanie skolonizować przewód pokarmowy niemowląt w zaledwie kilka godzin po porodzie, a następnie stworzyć „stały związek” o wzajemnych korzyściach do końca życia gospodarza (Kaper i in. 2004). Szczepy komensale *E. coli* rozwijają się w błonie śluzowej okrężnicy u ssaków, pozwalając gospodarzowi na rozbijanie poszczególnych związków węgla. Ponadto szczepy komensale pozostają zazwyczaj w swojej niszy i rzadko kiedy uznaje się je za chorobotwórcze, z wyjątkiem sytuacji, w których dojdzie do przełamania bariery żołądkowo-jelitowej.

Jednakże działanie *E. coli* może również przybrać postać chorobotwórczą. Część szczepów dysponuje szczególnie czynnikami wirulencji, które oddziałują na szeroki zakres procesów komórkowych. Szczepy te posiadają obszary genomowe składające się z genów kodujących kluczowe cechy, takie jak przyczepność, kolonizowanie, inwazja i wytwarzanie toksycznych związków (Touchon i in. 2009). Niniejsze wirulentne determinanty zostały pozyskane z pomocą bakteriofagów lub plazmidowego kwasu deoksyrybonukleinowego (DNA). Rozprzestrzeniają się często wskutek horyzontalnego transferu genów, co prowadzi do powstania nowych kombinacji chorobotwórczych szczepów. Znane formy komensali i chorobotwórczych *E. coli* posiadają genomy

różniące się maksymalnie w 20% (Ochman i Jones 2000). Ogólnie rzecz ujmując, infekcje będące skutkiem działania chorobotwórczego *E. coli* mogą dawać następujące objawy kliniczne: infekcje dróg moczowych, przy których *E. coli* jest najczęstszym czynnikiem wywołującym; posocznica/zapalenie opon mózgowych; choroby jelitowe/biegunkowe. Wśród szczepów odpowiedzialnych za wywoływanie biegunek wyróżnia się sześć znanych patotypów, tj. grup szczepów danego gatunku wywołujących chorobę przy pomocy różnych powszechnie występujących czynników (Kaper i in. 2004): enteropatogeny szczep *E. coli* (EPEC), enterokrwotoczny szczep *E. coli* (EHEC), enterotoksyczny szczep *E. coli* (ETEC), agregujący szczep *E. coli* (EAEC), enteroinwazyjny szczep *E. coli* (EIEC) oraz szczep *E. coli* o rozsiały typie adherencji (DAEC).

Badania wskazują na istnienie innych potencjalnych patotypów *E. coli*, jednakże jak dotąd nie stworzono jeszcze ich jednoznacznej klasyfikacji. Spośród wymienionych sześciu patotypów niektóre są szczególnie istotne dla zdrowia publicznego, zwłaszcza te niedawno odkryte. Część z nich może wywoływać biegunki zagrażające życiu ludzi, które dodatkowo mogą mieć poważne następstwa.

2. *E. coli* powodujące biegunki

Wszystkich sześć patotypów zawiera specyficzne białka, które sprzyjają kolonizowaniu i przywieraniu, jak również zdominowują wyjściową florę. Patotypy klasyfikuje się według czynników wirulencji, ponieważ mogą się one różnić pod względem strategii patogenetycznej, i dzieli się je ze względu na:

- inwazję wewnątrzkomórkową;
- silne przyleganie do błon komórkowych nabłonka;
- wytwarzanie toksyn zakłócających podstawowe procesy eukariotyczne.

Oprócz tzw. *virotypingu* wykorzystuje się również serologię. W rzeczywistości szczepy *E. coli* klasyfikuje się na podstawie różnic antygenowych. Określanie serotypów odbywa się na pierwotnych składnikach powierzchni komórek: lipopolisacharydach (LPS) określanymi jako antygen O, wiciach (antygen H); niektóre

szczepy posiadają również antygen kapsularny K. Każdy antygen O określa grupę serologiczną, a połączenie antygenów O i H identyfikuje dany serotyp (Kaper i in. 2004). Obecnie znanych jest ponad 180 O, 60 H i 80 K różnych antygenów (Stenutz i in. 2006). Mimo to w dalszym ciągu można natrafić na brak jednoznacznej korelacji między patotypem a grupą serologiczną. Jeden patotyp może obejmować kilka grup serologicznych, które z kolei mogą przynależać do różnych patotypów na podstawie czynników wirulencji. Ponadto czynniki wirulencji zazwyczaj znajdują się w ruchomych elementach genetycznych (jak plazmidy czy fagi), co z kolei może ulec transformacji z jednego szczepu *E. coli* do innego.

Dlatego też, nawet jeśli te kategoryzacje mogą być przydatne w celu stworzenia pewnej ogólnej klasyfikacji, to jednak nie można ich uznać za bezwzględne.

2.1. Enteropatogeny szczep *E. coli* (EPEC)

Spośród znanych patotypów jako pierwszy został zidentyfikowany EPEC. Cechą charakterystyczną infekcji wywołanych przez EPEC jest histopatologia *attaching-and-effacing*. Bakterie silnie przylegają do komórek nabłonka jelit, powodując znaczne zmiany cytoszkieletu, w tym akumulowanie polimeryzowanej aktyny oraz ścieranie mikrokosmków jelitowych. Czynniki wirulencji EPEC są kodowane w plazmidzie 70–100 kb, zwanym plazmidem czynnika adherencji EPEC (EAF, z ang. *EPEC Adherence Factor*), a w genach na 35 kb obszarze patogenicznym, zwanym wyspą patogenności LEE (ang. *Locus Enterocyte Effacement*). EAF jest istotny w przypadku badań nad przyleganiem do komórek nabłonka oraz gromadzeniem bakterii w środowisku poprzez tworzenie trójwymiarowych sieci (Giron i in. 1991). W procesie silnego przylegania ma swój udział również białko – intymina – którego gen jest obecny w LEE.

LEE koduje również specjalistyczny system wydzielania, który bierze udział w przenoszeniu ważnych białek do środowiska pozakomórkowego, oraz inne powiązane białka. Niektóre szczepy wytwarzają również enterotoksynę EspC, która jest homologiczna do członków

rodziny autotransporterów białek (Melles i in. 2001); będzie o nich mowa w rozdz. 2.4.

Spośród EPEC do najbardziej powszechnych grup serologicznych zalicza się: O20, O25, O26, O44, O55, O86, O91, O111, O114, O119, O125ac, O126, O127, O128, O142 i O158 (Nataro i Kaper 1998).

Zazwyczaj infekcje wynikające z działania EPEC powodują ostre wodniste biegunki wraz z wymiotami i stanami podgorączkowymi. Biegunki są prawdopodobnie skutkiem szeregu różnych działań, takich jak zaburzenia wchłaniania z powodu utraty mikrokosmków, miejscowe stany zapalne, zwiększona przepuszczalność jelit oraz wydzielenie aktywnych jonów. Obecnie szczepy EPEC nie są już tak istotne, jak w połowie XX wieku. Sporadyczne przypadki zachorowań odnotowuje się zarówno w Europie, jak i w Stanach Zjednoczonych (Nataro i Kaper 1998), wynikają głównie z działania atypowego EPEC zawierającego LEE (przy braku obecności EAF). Jednakże, w przeciwieństwie do marginalnego znaczenia w krajach uprzemysłowionych, typowe EPEC (tj. zawierające plazmid EAF) stanowi w dalszym ciągu główną przyczynę biegunek w krajach rozwijających się. W szczególności EPEC odpowiada za wysoką śmiertelność niemowląt poniżej 2. roku życia. Szczepy EPEC są zwykle najczęściej wyizolowywanymi bakteryjnymi patogenami wywołującymi biegunki w grupie wiekowej 0–6 miesięcy (Nataro i Kaper 1998). Dorośli i starsze dzieci są względnie odporni na ich działanie i są bezobjawowymi ich nosicielami. Badania wskazują na szereg przypadków zachorowań wynikających ze spożycia żywności: krewetek, majonezu, produktów dla niemowląt, mimo że zasadniczo żywność rzadko kiedy uznawana jest za bezpośrednią przyczynę zachorowań (Meng i in. 2001).

2.2. Enterotoksyczny szczep *E. coli* (ETEC)

Szczególne znaczenie szczepu ETEC wynika z uwalniania przynajmniej jednej z grup enterotoksyn: termostabilnych (ST) lub termolabilnych (LT). Szczepy ETEC mogą uwalniać tylko jeden lub

obydwa rodzaje toksyn. Niemniej obydwie toksyny znajdują się pod kontrolą genetyczną przemieszczających się plazmidów, jak również współczynników kolonizacji (CF). CF pośredniczą w kolonizacji jelita cienkiego, co umożliwia przetwarzanie toksyn (białka fimbrialne i fibrylarne). W ludzkim ETEC udało się wyodrębnić ponad 22 CF (Qadri i in. 2005), jednakże mimo to badania epidemiologiczne pokazują, że około 75% ludzkich ETEC przekazuje antygen współczynnika kolonizacji (CFA) typu I, II lub IV. Ponadto współczynnik CF został wykryty w mniej niż 10% szczepów ETEC przenoszących tylko toksyny termolabilne, w porównaniu do większego odsetka szczepów przenoszących toksyny termostabilne lub obydwie rodzaje toksyn (ponad 60%). Jeśli połączy się te dane z informacjami na temat częstszego wyizolowywania szczepów wytwarzających LT od osób zdrowych (w porównaniu do pozostałych dwóch kombinacji), to można sformułować wnioski, że CF oddziałuje na patogenezę. Jednakże główne znaczenie tego szczepu wynika ze zdolności do wytwarzania enterotoksyn LT i ST.

LT jest zbliżony do toksyny cholery (CT), enterotoksyny wytwarzanej przez *Vibrio cholerae*, z którą łączy ich blisko 80-proc. tożsamość aminokwasów (Sixma i in. 1993a). Poza sekwencją białek LT i CT posiadają również identyczną aktywność enzymatyczną, strukturę holotoksyny, przekąznik pierwotny oraz aktywność w analizach kultur komórkowych, z kolei różnią się przetwarzaniem toksyny oraz reakcją układu odpornościowego (Nataro i Kaper 1998). LT posiada strukturę multimerową AB₅, gdzie pojedyncza podjednostka A bierze udział w aktywności katalitycznej, a pentamer B jest niezbędny przy wiązaniu z błoną komórkową. LT ma około 86 kDa, z czego podjednostka A ma 28 kDa, a każda podjednostka B 11,5 kDa (Streatfield i in. 1992). W przypadku LT białka są wytwarzane jako monomery, a podjednostka A stymuluje pięć podjednostek B. Monomer B jest mały, zwarty i wysoce ustrukturyzowany, ponieważ składa się z małej N-końcowej helisy (α_1), dwóch trójniciowych aparałelnych warstw (warstwa I: β_2 , β_3 , β_4 , oraz warstwa II:

β_1 , β_5 , β_6) oraz długiej helisy (α_2). Dwie warstwy wchodzą we wzajemne reakcje poprzez trzy wiązania wodorowe (Sixma i in. 1991). Helisa α_2 wykazuje działanie amfipatyczne, ponieważ z jednej strony posiada osiem naładowanych reszt. Z drugiej strony jest ona w dużej mierze hydrofobowa, z wyjątkiem ostatniego zwoju, który posiada hydrofobowe reszty po obydwu stronach. Pętle można podzielić na dwie grupy, w zależności od zakończenia warstwy: o „wąskim” zakończeniu podjednostki, gdzie pętle są krótsze i zawierają połączenia β_1 – β_2 , β_3 – β_4 , α_2 – β_5 z końcem C, oraz o szerszym zakończeniu, dłuższych pętlach, łączące strukturę wtórną α_1 – β_1 , β_2 – β_3 , β_4 – α_2 , β_5 – β_6 z końcem N (Sixma i in. 1993a).

Pentamer podjednostek B przypomina kształtem amerykański donat z zagłębieniem pośrodku. Zagłębienie jest biegunowe, stworzone z długich helis α_2 , oraz nacechowane dodatkowo ze względu na dominację dodatnich reszt w stosunku do ujemnych. Pentamer jest stabilizowany poprzez różne interakcje, w tym przynajmniej 26 wiązań wodorowych między podjednostką a cząsteczkami przylegającymi oraz przynajmniej cztery mostki solne między podjednostką a każdym z „sąsiadów”. Z jednej strony metameru znajduje się płaska powierzchnia ze względu na połączenie krótkich pętli na wąskim zakończeniu podjednostek, gdzie znajduje się podjednostka A. Z kolei długie pętle tworzą bardziej zawile powierzchnie, które stanowią element miejsca wiązania przekąznika błony (Sixma i in. 1992). Ostatecznie dochodzi do powstania sześciuwarstwowych warstw β wskutek połączenia trójniciowych warstw z przeciwną warstwą przylegających monomerów. Podjednostka A odpowiada za aktywność toksyny i ulega proteolitycznemu podziałowi, dzięki czemu dochodzi do powstania dwóch peptydów: A₁ i A₂. A₁ tworzy kształt przypominający klin o licznych wiązaniach wodorowych, natomiast A₂ długą helisę, która w kompletnej podjednostce A znajduje się naprzeciwko części A₁ (Sixma i in. 1993a). Obydwa te fragmenty są łączone przez mostek dwusiarczkowy. Ponadto występują jeszcze cztery wiązania wodorowe i jeden mostek solny.

Mimo że nie występuje tu zbyt dużo miejsc hydrofilowych, to powierzchnia nie jest przesadnie hydrofobowa, gdzie 52,9% powierzchni podjednostki A jest hydrofobowe. N-końcowe A₁ stanowi grupę katalityczną, a C-końcowe A₂ jest umiejscowione niekowalencyjnie w centralnej części zagłębienia metameru B. Wyróżnia się również szereg interakcji między podjednostkami A i B. A₂ bierze przede wszystkim udział w tworzeniu wiązań wodorowych i pięciu mostków solnych z jednym monomerem podjednostki B. Oprócz tego występują jeszcze dwa obszary interakcji hydrofobowych między A₂ a pentamerem B: jeden jest zlokalizowany na wąskim zakończeniu centralnego zagłębienia, drugi – na szerszym zakończeniu zagłębienia. Ponadto wyróżnia się również kontakty pośrednie, w których biorą udział cząsteczki wody. Należy także pamiętać, że A₁ tworzy interakcje z podjednostką B (Sixma i in. 1993a).

Struktura AB toksyny jest istotna ze względu na ochronę podjednostki A przed degradacją w środowisku o wysokiej zawartości proteazy. Działanie to polega na utrzymywaniu reszt wrażliwych na działanie trypsyny w ukrytej konstrukcji strukturalnej, chroniąc przed proteolizą skutkującą degradacją podjednostki A. Z kolei reszta argininy 192, której rozszczepienie jest niezbędne przy aktywacji LT, znajduje się na odkrytej powierzchni pętli, umożliwiając biologiczne działanie toksyny.

Oczyszczone preparaty LT są stabilne przy wahaniami pH i przechowywaniu w temperaturze -70 do -20°C przez okres kilku miesięcy. Ponadto nie dochodzi do utraty aktywności biologicznej holotoksyny, a w szczególności podjednostki A, po podgrzaniu do 65°C przez 30 min. Należy dodać, że aktywność biologiczna rośnie w przypadku inkubacji z trypsyną, z kolei drastycznie opada przy pronazie czy proteinazie K (Kunkel i Robertson 1979).

LT można podzielić na dwie grupy serologiczne, ponieważ pod względem immunologicznym nie wchodzi w reakcje krzyżowe: LT-I i LT-II. LT-I jest powszechnie występującym czynnikiem patogenicznym zarówno u ludzi, jak i u zwierząt, natomiast LT-II

występuje głównie u zwierząt. Początkowo zakładano, że LT-II nie ma działania chorobotwórczego, jednakże ostatnie badania próbek wyizolowanych od pacjentów z biegunką nasunęły hipotezę o ich toksyczności (Nardi i in. 2005). LT-I i LT-II posiadają homologiczne sekwencje aminokwasów dla podjednostki A, co odzwierciedla ewolucyjną potrzebę zachowania struktury odpowiedzialnej za aktywność toksykogenną. Z kolei dwie podjednostki B cechuje znaczna odmienność (Connell 2007), a różnice w podjednostkach B pokazują, że posiadają one zdolność do wiązania gangliozydów, które cechuje wewnątrzgatunkowa i międzygatunkowa (w różnych typach komórek) heterogenność. Z uwagi na budowę gangliozydy są oligoglikozyloceramidami zawierającymi jedną lub więcej form kwasu N-acetyloneuraminowego lub kwasu N-glikoliloneuraminowego (będących formą kwasu sialowego) przyłączonego do rdzenia cer amidowego z pomocą wiązań glikozydowych (Hajishengallis i Connell 2013). Zdolność LT-I i LT-II do wiązania gangliozydów jest szczególna. Jednakże w obrębie LT-I i LT-II wyróżnia się szereg różnych wariantów. W szczepach wyizolowanych od świń i ludzi wykryto odpowiednio odmiany LTp-I i LTh-I, które to wykazywały częściowo antygenową reaktywność krzyżową. Z kolei LT-II można podzielić na trzy warianty: LT-IIa, b i c. Każdy z nich wyróżnia odmienne działanie antygenowe, jak również inne dawki toksyczne. LT-IIb cechuje niższy punkt izoelektryczny (5,2–5,6 w porównaniu do 6,8), niższa dawka toksyczna oraz odmienna reakcja na oczyszczanie w porównaniu do LT-IIa (Guth i in. 1986). Ostatni z nich, tj. LT-IIc, został odkryty w ostatnim czasie u ptaków. Cechuje go niższa cytotoxyczność w porównaniu do pozostałych dwóch wariantów, co potwierdzono na testach z udziałem myszy (Nawar i in. 2010). Różnice między wariantami zależą od wielokrotnych substytucji aminokwasowych w podjednostce B, które umożliwiają trzem LT wiązać różne gangliozydy, co ukazuje ich zdolność do zatruwania różnych zwierząt.

W przeciwieństwie do LT, ST stanowią grupę peptydów o niskiej masie

cząsteczkowej i zawierają kilka reszt cysteiny odpowiadających za ich termostabilność. W rzeczywistość ST są w dalszym ciągu aktywne nawet po 30 min w 100°C. ST dzieli się na dwie niepowiązane ze sobą klasy, które różnią się pod względem budowy i mechanizmu działania: termostabilne a (STa) oraz b (STb). STa są to peptydy o wysokiej zawartości cysteiny wysoce homologiczne do białek i występujące w bakteriach jelitowych, takich jak *Yersinia enterocolitica*, *Klebsiella pneumoniae* i *Citrobacter freundii* (Guarino i in. 1987; Klipstein i in. 1983; Takao i in. 1984). Działanie toksyczne STa nie ulega osłabieniu nawet po obróbce z udziałem pronazy, trypsyny, proteinazy K, utlenianiu kwasem nadjodowym czy kilkoma organicznymi rozpuszczalnikami (acetonem, fenolem, chloroformem i metanolem). Ponadto STa jest stabilny przy kwasowym pH (nawet do pH 1,0), z kolei wartość pH powyżej 9,0 zaburza aktywność biologiczną (Alderete i Robertson 1978). Punkty izoelektryczne STa wynoszą między 3,88 a 4,08 (Dreyfus i in. 1983). STa można podzielić na dwa warianty, przy czym są one niemalże identyczne i obydwa występują u ludzi: STp i STh.

STa jest początkowo syntetyzowany jako peptyd prekursorowy 72-aminokwasów, natomiast dojrzałe białko zawiera 18 (STp) lub 19 (STh) aminokwasów o łącznej masie cząsteczkowej 2 kDa. 18–19-aminokwasowy peptyd zawiera toksynę, która zyskuje końcową sekwencję po rozszczepieniu w czasie translokacji do peryplazmy. W istocie wysoce chroniony region (reszta 29–38) w białku prekursorze zwiększa translokację STa wzdłuż błony (Yamanaka i in. 1993). Obszar toksyczny (14 reszt) znajduje się na zakończeniu C, z kolei końcowe reszty zakończenia N nie są niezbędne dla aktywności biologicznej. Dojrzała toksyna zawiera sześć cystein, które tworzą trzy mostki dwusiarczkowe. Wiązania dwusiarczkowe są kluczowe dla enterotoksyczności, ponieważ odgrywają istotną rolę przy określaniu siły wiązania z receptorem. W rezultacie aktywność biologiczna jest całkowicie zatrzymywana przy obróbce z udziałem środków redukujących i utleniających. Ponadto przyczyniają się one

do stabilności cząsteczki wraz z wiązaniami wodorowymi. W strukturze krystalicznej mostek dwusiarczkowy cysteina 5-cysteina 10 posiada nietypową geometrię, przyjmując prawostronną konformację, a pozostałe dwa mostki mają bardziej powszechną lewostronną konformację spiralną (Sato i in. 1994). Struktura krystaliczna STp jest zgodna ze strukturą STh, determinowaną przez NMR (Matecko i in. 2008). Samodzielnie łączący się heksametr w kształcie kręgu powstaje za pomocą STa (Sato i Shimomishi 2004).

STb jest zazwyczaj kojarzony z chorobami bydła, jedynie sporadycznie mówi się o przypadkach zachorowań u ludzi (Lortie i in. 1991; Okamoto i in. 1993). STb został prawdopodobnie pozyskany od zwierząt (np. świń). Jego sekwencja nie wykazuje żadnej homologii w stosunku do STa. Ponadto STb może powodować utratę komórek nabłonkowych kosmka oraz jego częściową atrofię (Nataro i Kaper 1998). STb jest cząsteczką podstawową, o punkcie izoelektrycznym równym 9,6; w rzeczywistości zawiera dziewięć podstawowych aminokwasów. Wydaje się, że do toksyczności STb szczególnie przyczyniają się reszty lizyny (Fujii i in. 1994).

EPEC wytwarzają enterotoksyny we wczesnych etapach wzrostu. Chociaż do ich uwalniania dochodzi we wszystkich warunkach umożliwiających wzrost komórek, to uwalnianie LT we wzbogaconym podłożu hodowlanym jest preferowane przy zasadowych i neutralnych wartościach pH w porównaniu do wartości kwasowych (Gonzales i in. 2013), z kolei zależność uwalniania ST od wartości pH nie została stwierdzona (Johnson i in. 1978).

Wśród EPEC do najczęściej występujących grup serologicznych można zaliczyć O6, O8, O11, O15, O20, O25, O27, O78, O128, O148, O159 i O173 (Stenutz i in. 2006).

Znane infekcje wywołane przez EPEC powodują wodniste biegunki, zazwyczaj bez krwi, śluzu czy ropy, z kolei rzadko dają objawy w postaci wymiotów czy gorączki. Przypadki kliniczne wskazują umiarkowane, krótkie, samoopracujące się biegunki, ale niekiedy również o ostrym i zagrażającym życiu

przebiegu, zwłaszcza przy zachorowaniach niemowląt. Z tego względu większość zachorowań w krajach rozwijających się jest utożsamiana z dziecięcą biegunką, ale również ludzie podróżujący w te rejony często doświadczają infekcji. W rzeczywistości dostępne dane wskazują, że 20–40% przypadków biegunki u podróżnych może być wywołana przez EPEC. Do infekcji dochodzi przy względnie wysokich dawkach zakaźnych: do 10^8 – 10^{10} jednostek tworzących kolonię (CFU); wynikają głównie z zanieczyszczeń odchodami żywności i wody (Neill i in. 2001). Niewłaściwe oczyszczanie wody pitnej jest powszechnym problemem w krajach rozwijających się. Próbkę pobrane na obszarach endemicznych wykazały wysoki wskaźnik zanieczyszczenia, zwłaszcza podczas ciepłych miesięcy i w porze deszczowej, kiedy to ich wzrost i rozmnażanie w żywności i wodzie jest szczególnie efektywne (Qadri i in. 2005). Rozprzestrzenianie się biegunki wywołanej przez EPEC w krajach rozwiniętych jest również możliwe ze względu na podróżujących, u których infekcja przebiega bezobjawowo, a którzy przenoszą te mikroorganizmy. Przypadki zachorowań pochodzenia pokarmowego odnotowano w Stanach Zjednoczonych oraz Szwecji, gdzie szczepy EPEC były obecne w przetworzonym mięsie i wyrobach z sera (Danielsson i in. 1979; Sack i in. 1977). Ponadto zarejestrowano przypadki zatrucia z udziałem EPEC innymi rodzajami żywności, takimi jak majonez z curry, mięso kraba, sałatki i pasta z tuńczyka, wynikające prawdopodobnie ze sprzedaży skażonej żywności czy wykorzystania zanieczyszczonej wody podczas produkcji (Meng i in. 2001).

2.3. Enterokrwotoczny szczep *E. coli* (EHEC)

EHEC są częstym źródłem zachorowań pochodzenia pokarmowego i mogą powodować powikłania zagrażające życiu. Jednakże EHEC stanowią podzbiór werotoksycznych *E. coli* (VTEC) lub *E. coli* wytwarzających toksynę Shiga (STEC). STEC łączy się z wytwarzaniem toksyny Shiga (Stx), która jest dosyć podobna do Stx wytwarzanej przez *Shigella dysenteriae* I, a VTEC wykazuje toksyczność Stx dla komórek Vero (komórki

nerki małpy afrykańskiej). O ile nie wszystkie STEC uznaje się za chorobotwórcze, o tyle szczepy EHEC z zasady uznaje się za chorobotwórcze, ponieważ posiadają one inne czynniki wirulencji oprócz Stx.

Ponadto EHEC określają szczepy zawierające również tzw. gen „eae”, odpowiedzialny za zmiany chorobowe A/E w komórkach nabłonka jelit, oraz plazmid 60-MDa (tj. typowy EHEC). Szczepy STEC A/E-dodatkowo zawierają w chromosomach „obszar zjadliwości” LEE, podobnie jak EPEC (por. rozdz. 2.1).

Głównym wyznacznikiem wirulencji jest Stx. Dwa różne rodzaje Stx są wytwarzane przez STEC: Stx1 i Stx2; pod względem immunologicznym nie wchodzi one w reakcje krzyżowe. Stx1 jest identyczny jak toksyna Shiga pochodząca od *Shigella dysenteriae*. Jedyna różnica występuje w jednej reszcie (seryna zamiast treoniny). Badania wskazują na występowanie trzech wariantów Stx1: Stx1a, Stx1c i Stx1d (Burk i in. 2003; Zhang i in. 2002). Stx1c nie wywołuje żadnych chorób u ludzi lub jest przyczyną chorób o umiarkowanym przebiegu; najczęściej można go spotkać u owiec. Natomiast Stx2 posiada szereg wariantów antygenowych – Stx2a, Stx2b, Stx2c, Stx2d, Stx2e, Stx2f, Stx2g i Stx2d-aktywowalny – różniących się między sobą aktywnością biologiczną, reaktywnością immunologiczną oraz wywoływaniem poszczególnych chorób. Stx2e oraz Stx2f są dwoma głównymi wariantami Stx2 na poziomie aminokwasów, dotyczącymi zazwyczaj wyłącznie zwierząt (Stx2e i Stx2f łączy się zwłaszcza z obrzękiem u świń i dzikich gołębi, odpowiednio). Z kolei warianty Stx2a, Stx2b, Stx2c i Stx2d są najczęściej łączone z chorobami u ludzi. Stx2g został wyizolowany ze szczepu *E. coli* pobranego u bydła. Wykazuje on wysoki stopień podobieństwa do Stx2a i Stx2c.

Stx1 i Stx2 mogą występować w pojedynczym szczepie EHEC zarówno razem, jak i oddzielnie. Jeden szczep może wytwarzać więcej niż jeden Stx, ponieważ może on zawierać więcej niż jeden bakteriofag kodujący Stx. Fagi są istotne ze względu na rozprzestrzenianie się genów Stx oraz innych gatunków odpowiedzialnych za Stx, jak np. szczepy *Citrobacter freundii* i *Enterobacter cloacae*. Zarówno

Stx1, jak i Stx2 posiadają strukturę AB₅, w której podjednostka A (32 kDa) jest przyłączona do pięciu podjednostek B (każda po 7,7 kDa). Jednakże homologiczność aminokwasów Stx1 i Stx2 wynosi odpowiednio 55 i 57% w podjednostkach A i B (Jackson i in. 1987).

Stx ma złożoną budowę (jak LT w ETEC). Te dwie toksyny łączy pewien stopień podobieństwa, chociaż nie posiadają prawie żadnej identycznej sekwencji (trzy identyczne reszty w 52 nałożonych resztach; Sixma i in. 1993b). Ponadto Stx cechuje zdolność wytwarzania pentametycznego pierścienia dla podjednostki B (Stein i in. 1992) związanej z podjednostką A, która to może być rozszczepiana na dwie mniejsze części A₁ (27,5 kDa) oraz A₂ (4,5 kDa). Obydwa te elementy są związane kowalencyjnie poprzez wiązanie dwusiarczkowe, przy A₁ zatrzymującym aktywność katalityczną. Pierścień stworzony przez podjednostki B otacza helisę na zakończeniu C podjednostki A, a pozostała część podjednostki A znajduje się po jednej stronie (Fraser i in. 1994). Podjednostka A wchodzi w interakcję z pentamerem B poprzez część A₂, która to znajduje się w centralnym porze. Monomer B powstaje przy udziale dwóch trójniciowych aparaletnych warstw β i helisy α. Dlatego też, w przeciwieństwie do monomeru-B LT, Stx brakuje dodatkowej helisy-α na jego zakończeniu N. Interakcja warstwy β między sąsiednimi monomerami jest podobna do LT, jednakże jest wyeksponowana ze względu na krótsze zakończenie N, tworzące sześciokątne aparaletne warstwy β wokół zewnętrznej powierzchni pentametu. Ponadto połączenie między monomerami nie jest tak duże, jak w LT, przez co Stx jest mniej stabilny (Sixma i in. 1993b). W Stx centralny por jest nakreślony przez pięć helis i nie wykazuje żadnego naładowania (natomiast por LT jest mocno naładowany).

Jak już zostało wspomniane, Stx1 ma inną strukturę niż Stx2, powodującą 400-krotnie większą śmiertelność myszy (Tesh i in. 1993). Stx2 jest też 1000 razy bardziej toksyczny dla ludzkich mikrocząsteczkowych komórek śródnabłonka nerek niż Stx1 (Louise i Obrig 1995). Stx2 jest łączony z wysoką wirulencją u ludzi,

jak również uznaje się go za wskaźnik HUS w przypadku obecności genu „*eaē*”. Różnice strukturalne wskazują na większą chorobotwórczość Stx2.

Szczepy STEC mają zdolność wytwarzania Stx w żywności. Częsteczką Stx2 jest względnie termostabilna, ponieważ wykazuje odporność na procesy pasteryzacji (Rasooly i Do 2010). Stx2 wstrzymuje prawie całą aktywność po podgrzewaniu przez godzinę w temperaturze 60°C, z kolei znaczny spadek aktywności odnotowuje się przy podgrzewaniu przez godzinę przy 80°C (He i in. 2012). Dlatego też występuje zwłaszcza w tych przypadkach zachorowań, w których nie stwierdzono obecności żadnej żywej bakterii po umiarkowanej obróbce termicznej.

Oprócz Stx, EHEC zawiera szereg innych czynników wirulencji, np. gamę adhezyn fimbrialnych i niefimbrialnych, które biorą udział w różnych fazach adhezji, jak również inne toksyny, które mogą przyczyniać się do patogenezy EHEC (Dautin 2010; Kaper i in. 2004; Schmidt i in. 1995; Taneike i in. 2002).

Infekcje z udziałem STEC mogą nie dawać objawów klinicznych, jednakże w większości przypadków powodują biegunkę, która może rozwinąć się do postaci krwawych biegunek (krwotocznego zapalenia okrężnicy, HC), skurczy żołądka, którym mogą towarzyszyć wymioty i gorączka u niektórych pacjentów. Okres inkubacji wynosi średnio 3–4 dni, chociaż odnotowuje się również krótsze (1-dniowe), jak i dłuższe (8-dniowe) okresy inkubacji (Nataro i Kaper 1998). U niektórych pacjentów może dojść do powstania zespołu hemolityczno-mocznicowego (HUS), który może powodować śmiertelne komplikacje wskutek niedokrwistości hemolitycznej, małopłytkowości (obniżonej liczby płytek krwi) oraz ostrej niewydolności nerek. O przypadkach HUS mówi się najczęściej (Gyles 2007) przy serotypie O157 (do 10% populacji) oraz u pacjentów dotkniętych krwotocznym zapaleniem okrężnicy. Wskutek wytworzenia określonej ilości Stx dochodzi do zniszczenia naczyń krwionośnych w okrężnicy. Jeśli dojdzie do nagromadzenia odpowiedniego poziomu stężenia toksyny we krwi, wówczas Stx może przedostać

się do różnych miejsc ciała, powodując HUS i/lub uszkodzenia innych organów, takich jak ośrodkowy układ nerwowy czy serce. Takie komplikacje spotyka się najczęściej u dzieci poniżej 5. roku życia oraz u osób starszych.

Najbardziej popularnym serotypem EHEC ze względu na jego powszechność i powodowanie chorób u ludzi jest O157:H7, który można podzielić na następujące grupy serologiczne: O4, O5, O16, O26, O46, O48, O55, O91, O98, O111ab, O113, O117, O118, O119, O125, O126, O128, O145, O157 i O172. W ostatnim czasie udało się wyizolować kolejne grupy serologiczne EHEC: O176, O177, O178, O179, O180 i O181 (Stentz i in. 2006). Na podstawie grup serologicznych opracowano podział STEC na klasy – od A do E – w zależności od wirulencji oraz częstotliwości występowania, gdzie O157 należy do seropotypu A, a serotypy STEC, które nie implikowały ognisk chorobowych, przynależą do seropotypu E (Karmali i in. 2003).

Escherichia coli O157:H7 jest główną przyczyną infekcji STEC na całym świecie: amerykański ośrodek ds. zapobiegania i kontroli chorób (*United States Center for Disease Control and Prevention*) szacuje, że stanowi on ponad 50% infekcji EHEC w Ameryce Północnej. Ponadto serotyp O157:H7 występuje powszechnie również w Europie, Japonii, Australii, Argentynie, Chile i południowej Afryce, mimo że inne niż O157:H7 EHEC – tj. O26, O103 i O111 – są często przyczyną występowania zachorowań w tych krajach (Brooks i in. 2005). Jednakże statystycznie O157:H7 jest serotypem najczęściej łączonym z krwotocznym zapaleniem okrężnicy i HUS. Co ciekawe, EHEC znacznie rzadziej udaje się wyizolować w krajach rozwijających się w porównaniu do innych patotypów, jak EPEC czy ETEC (Nataro i Kaper 1998).

Dlatego też epidemiologia EHEC jest bardzo złożona, włączając rezerwuary zwierzęce, długi okres wydalania oraz bardzo niską dawkę zakaźną. W wyjątkowych przypadkach STEC może być wydalany w stolcu zarażonych pacjentów nawet przez kilka tygodni. Czas trwania wynosi zasadniczo od 2 do 62 dni, średnio 13 dni. W przypadku

chorych na HUS okres ten jest dłuższy i wynosi 5–124 dni. Według danych amerykańskiej Agencji ds. Żywności i Leków dawka zakaźna *E. coli* O157:H7 wynosi 10–100 komórek, przy czym ilość ta jest nieznacznie wyższa w przypadku innych EHEC. Infekcja rozprzestrzenia się poprzez bezpośredni kontakt z zarażonym zwierzęciem, człowiekiem lub wskutek spożycia zanieczyszczonej żywności lub wody. Jednakże najczęstszym źródłem zakażenia są produkty spożywcze, które stanowią nawet 85% infekcji STEC (Meng i Schroeder 2007). Większość przypadków zachorowań z udziałem EHEC pochodzi od żywności, która miała kontakt z odchodami zwierząt. Szczepy STEC wyizolowano od szeregu różnych zwierząt, takich jak bydło, owce, świnie, ptaki, kozy, konie, koty czy psy, jednakże przeżuwacze uznawane są za główne źródło zachorowań (Hussein 2007). Równocześnie mogą być one żywicielami kilku szczepów, przy czym współczynnik kolonizacji jest wysoki (częstotliwość występowania sięga 70% stad bydła; Pradel i in. 2000), a stężenia wynoszą 10^7 CFU/g (Fegan i in. 2004). Ponadto czas wydalania jest związany z wiekiem oraz porą roku (najczęściej u młodych zwierząt oraz podczas ciepłych miesięcy; Gyles 2007). Ponadto STEC odnotowuje się również często w tuczarniach bydła.

Z tego względu mięso pochodzące od tych zwierząt może być zanieczyszczone szczepami STEC, jeśli dochodzi do jakichkolwiek uchybień w praktyce higienicznej. Dlatego też spośród żywności kojarzonej ze STEC wymienia się w pierwszej kolejności niedogotowaną wołowinę i inne rodzaje mięsa, takie jak wieprzowinę czy jagnięcinę, ale również produkty takie, jak salami, surowe mleko czy sery. Odnotowuje się również wzrost przypadków zachorowań STEC wynikających ze spożycia owoców i warzyw, takich jak sałata, melon, kielki lucerny i rzodkiewki, pakowane sałatki czy nawet jeden przypadek z udziałem ziemniaka w Wielkiej Brytanii (Meng i in. 2001). W takich sytuacjach rodzi się pytanie, czy zanieczyszczenie nastąpiło wskutek nawodnienia pól czy wykorzystania gleby poddanej obróbce z udziałem ściętek gospodarskich (Fremaux i in. 2008).

W konsekwencji skażenie objęło całą partię. Źródłem infekcji mogą być również kurczaki, indyki czy owoce morza (tj. ryby i skorupiaki), prawdopodobnie wskutek zanieczyszczenia krzyżowego.

STEC jest w stanie przez długi czas przetrwać w wodzie, dlatego wszelkie źródła wody, takie jak woda pitna, strumienie, stawy, woda ze studni, jak również woda z miejskich systemów wodociągowych, mogą stanowić przyczynę infekcji (WHO 2011). Ponadto również żywność uznawana za bezpieczną i gotową do spożycia ze względu na poziom kwasowości (majonez, niepasteryzowany cydr i sok jabłkowy) może powodować zachorowania. *E. coli* ma wysoki zakres tolerancji kwasowości i jest w stanie wzrastać przy pH 4,4–10, ale wiele szczepów STEC – w szczególności O157:H7 – jest w stanie przetrwać w bardzo kwasowych środowiskach o pH 2,5–3 nawet przez 4 h (Molina i in. 2003). Leyer i in. (1995) odkryli, że *E. coli* O157:H7 jest w stanie przetrwać przez kilka dni przy pH 3,4, nawet jeśli tolerancja kwasowości zależy od rodzaju kwasu i jest wyższa u mikroorganizmów, które uprzednio poddano ekspozycji na działanie słabszych kwasów (Leyer i in. 1995). Ponadto na wytwarzanie Stx duży wpływ mają również czynniki środowiskowe. W rzeczywistości ilości Stx są znacznie większe w szczepach wzrastających w 37°C niż w niższych temperaturach (Abdul-Raouf i in. 1995). Wyższe stężenia uzyskiwano dla mięsa mielonego w porównaniu do mleka.

2.4. Enteroagregacyjny szczep *E. coli* (EAEC)

EAEC stanowią obecnie najlepiej opisaną kategorię *E. coli* powodującą biegunki. W przeciwieństwie do miejscowego wzorca adherencji EPEC, EAEC cechuje adherencja agregacyjna w komórkach Hep-2 (Nataro i Kaper 1998). Agregacyjny wzorec adherencji wynika głównie ze struktur fimbrialnych znanych jako fimbrie agregacyjne (AAF) powiązane z rodziną Dr adhezyn (Nataro i in. 1992). Geny kodujące AAF są zlokalizowane na plazmidzie 60-MDa: wyróżnia się przynajmniej cztery warianty AAF. Jednakże w niektórych szczepach EAEC o charakterystycznym wzorcu adherencji

stwierdzono brak AAF, co oznacza, że istnieją również inne mechanizmy adhezji. Na przykład ostatnie badania szczepów EAEC wykazały istnienie nowej piliny adhezyjnej, która również nie posiada AAF (Boisen i in. 2008). Z kolei inne białko – dispersyna – ma za zadanie rozproszyć bakterie, przeciwdziałając tym samym do pewnego stopnia efektowi kumulacji, w którym bierze udział AAF (Sheikh i in. 2002).

Patogeneza EAEC jest również wynikiem działania kilku toksyn. Enteroagregacyjna termostabilna toksyna 1 (EAST-1) występuje w ok. 40% szczepów EAEC i ma znaczący wpływ na chorobotwórczość EAEC, chociaż jej dokładna rola nie jest jak dotąd znana, zwłaszcza że występuje również w szczepach komensalnych. Ponadto toksyna ta jest łączona z objawami biegunki również u bydła i świń. EAST-1 jest 38-aminokwasową enterotoksyną wrażliwą na działanie proteazy, o masie cząsteczkowej 4,1 kDa oraz punkcie izoelektrycznym 9,25 (Savarino i in. 1993). Zawiera cztery cysteiny (w miejscach 17, 20, 24 i 27) tworzące dwa mostki dwusiarczkowe o strukturze C1-C2 oraz C3-C4 (Menard i in. 2004). EAST-1 jest homologiem STa, ponieważ posiada niską masę cząsteczkową, mostki dwusiarczkowe oraz 50% z nich wykazuje właściwości enterotoksyczne. Jednakże różnią się one pod względem immunologicznym, ponieważ nie dochodzi do krzyżowej neutralizacji. Ponadto, w przeciwieństwie do STa, EAST-1 jest jedynie częściowo termostabilny, jako że po podgrzaniu do 65°C po 15 min dochodzi do utraty 63% aktywności. Badaniu poddano również dwa pozostałe warianty EAST-1: jeden obecny w szczepie 17-2 i drugi w szczepie O42 (Yamamoto i in. 1997). Opisano również inne warianty, jednakże uznano je za rzadkie, ponieważ udało się je wyizolować jedynie jednorazowo podczas badań epidemiologicznych (Menard i Dubreuil 2002). Ze względu na liczne podobieństwa między EAST-1 a STa uważa się, że posiadają one ten sam mechanizm działania powodujący biegunkę.

Występowanie enterotoksyny *Shigella* 1 (ShET-1) stwierdzono po raz pierwszy w *Shigella flexneri* 2a, jednakże występuje

również w wielu szczepach EAEC. Jest ona kodowana przez geny chromosomalne oraz posiada konfigurację A-B₅ składającą się z pojedynczej podjednostki A o 22 kDa związanej z pentamerem pięciu podjednostek B o 7 kDa.

Z EAC związane są również inne czynniki wirulencji, takie jak hemolizyna E (Mueller i in. 2009). Kolejną istotną grupą czynników wirulencji są autotransportery proteazy serynowej grupy *Enterobacteriaceae* (SPATE) cytotoksyn, występujące w znacznej większości szczepów EAEC (Boisen i in. 2009). Białka SPATE są wytwarzane przez gatunki *E. coli* i *Shigella*.

SPATE dzieli się na dwie klasy I SPATE posiadające działanie cytotoksyczne w komórkach nabłonka (Henderson i Nataro 2001). Z kolei II SPATE składają się z wielu fenotypów, które są mocno zróżnicowane i zawierają różne białka i składniki (Boisen i in. 2009).

Powstawanie SPATE jest uzależnione od temperatury, ponieważ najwięcej białek obserwuje się w kulturach wzrastających przy 37°C niż przy innych wyższych bądź niższych temperaturach. W niektórych przypadkach istotna jest również wartość pH, która optymalnie powinna mieścić się w zakresie zasadowym (Dautin 2010).

Dla EAEC wyróżnia się następujące grupy serologiczne O3, O7, O15, O44, O77, O86, O111, O126 oraz O127 (Stenutz i in. 2006).

Infekcje z udziałem EAEC wywołują wodniste biegunki, często z obecnością śluzu z krwią lub bez krwi, wymioty oraz stany podgorączkowe. Patogeneza EAEC jest złożona ze względu na wysoką heterogeniczność szczepów i łączy się ze zwiększonym wydzielaniem śluzu, czemu towarzyszy powstawanie grubych biofilmów, które mogą odpowiadać za trwałość kolonizacji (Nataro i Kaper 1998). Ponadto infekcje z udziałem EAEC mają również działanie cytotoksyczne na błonę śluzową jelita oraz umiarkowaną reakcję zapalną. Szczepy EAEC uznaje się coraz częściej za nowy czynnik chorobotwórczy zarówno w krajach uprzemysłowionych, jak i rozwijających się. Są one główną przyczyną ostrych biegunk, ale mogą również wywoływać długotrwałe (>14 dni) choroby biegunkowe

przede wszystkim u noworodków, dzieci i osób zakażonych wirusem upośledzenia odporności (HIV). Ponadto EAEC stanowi obecnie drugą najczęstszą przyczynę biegunk podrażnionych. Oprócz bezobjawowych nosicieli także żywność może być źródłem zachorowań z udziałem EAEC. Przypadki zachorowań zgłaszano w Wielkiej Brytanii, Meksyku i Japonii wskutek spożycia żywności w restauracjach czy stołówkach, jednakże brak jest informacji na temat rodzaju tej żywności. We Włoszech odnotowano dwa przypadki związane ze spożyciem zanieczyszczonego niepasteryzowanego sera (Feng 2013; Kaur i in. 2010). Co ciekawe, w 2011 roku miał miejsce największy jak dotąd pod względem skali przypadek zachorowań HUS z udziałem nietypowego szczepu EAEC.

2.5. Enteroinwazyjny szczep *E. coli* (EIEC)

Charakterystyczną cechą szczepów EIEC jest ich inwazyjne działanie na nabłonek okrężnicy. Są one pod względem biochemicznym, genetycznym i chorobotwórczym podobne do *Shigella spp.* Posiadają taki sam plazmid o 140 MDa, który zawiera geny niezbędne przy przenikaniu do organizmu chorego i wirulencji.

Schemat chorobotwórczy nie jest jeszcze całkowicie znany, jednakże zakłada się, że pierwszy etap infekcji jest analogiczny, jak w przypadku *Shigella*, i obejmuje penetrację komórek nabłonka, liżę wakuoli endocytotycznych, rozmnażanie w środowisku wewnątrzkomórkowym, ukierunkowany ruch przez cytoplazmę oraz przenikanie do sąsiadujących komórek nabłonka (Sansone 2002), co powoduje silną reakcję zapalną. Infekcje z udziałem EIEC i *Shigella* powodują w większości przypadków wodniste biegunki, a niekiedy nawet czerwonkę, której towarzyszy krew i śluz w stolcu.

Dla EIEC wyróżnia się następujące grupy serologiczne O28ac, O29, O112ac, O124, O136, O143, O144, O152, O159, O164 oraz O167 (Stenutz i in. 2006).

Odnotowano szereg różnych przypadków zachorowań z udziałem EIEC, chociaż ich liczba jest znacznie mniejsza w krajach rozwiniętych. Infekcje są wywoływane wskutek spożycia skażonej

wody lub żywności, jednakże źródłem zakażenia może być również inna chora osoba. Nie ma jednak jak dotąd informacji na temat rodzaju żywności, który mógłby odpowiadać za przenoszenie EIEC, jednakże wszelka żywność zanieczyszczona wskutek bezpośredniego kontaktu z ludzkimi odchodami bądź pośrednio poprzez zanieczyszczoną wodę może wywołać chorobę. Przypadki zachorowań łączy się zazwyczaj ze spożyciem mięsa używanego do hamburgerów oraz serów i warzyw w Stanach Zjednoczonych, Europie i Japonii (Feng 2013; Meng i in. 2001).

2.6. *E. coli* o rozsianym typie adhezji (DAEC)

DAEC należy do kategorii biegunkogennych *E. coli* (Kaper i in. 2004). Jednakże jak dotąd nieznaną jest dokładna patogeneza DAEC.

Badania epidemiologiczne nie potwierdzają zawsze związku między obecnością szczepów DAEC a wodnistymi biegunkami. Niekiedy udało się wyizolować określone szczepy DAEC zarówno od chorych z objawami biegunki, jak i tych bezobjawowych, z analogiczną częstotliwością. Jednakże zaobserwowano pewną podatność uzależnioną od wieku pacjentów ze szczególnym naciskiem na dzieci w wieku ponad jednego roku. Mimo to hipoteza o występowaniu innych dodatkowych czynników wywołujących chorobę nie została jak dotąd potwierdzona. Poza krajami rozwijającymi się odnotowano również przypadki zachorowań z udziałem DAEC we Francji, u pacjentów hospitalizowanych, którzy trafili do szpitala z objawami biegunki (Jallat i in. 1993), co oznacza możliwość występowania także w krajach rozwiniętych. Obecnie żywność została wykluczona jako nośnik chorobotwórczy DAEC.

3. Metody wykrywania

Metody hodowli są najbardziej standardowe, ale zajmują bardzo dużo czasu. Ponadto nie umożliwiają rozróżniania poszczególnych form patogennych oraz komensalu i/lub środowiska *E. coli*. Również cechy fenotypowe są często niejednoznaczne ze względu na ich duże zróżnicowanie, co z kolei może powodować błędy w ocenianiu. Na przykład wiele

szczepów *E. coli* (ok. 90%) jest laktozo-dodatnich, dlatego też wstępna identyfikacja na płytkach agarowych może okazać się błędna w przypadku pozostałych 10%, zwłaszcza że wiele laboratoriów przyjmuje, że wszystkie szczepy *E. coli* są laktozo-dodatnie. Wyjątkiem może być O157:H7, dla którego udało się zaobserwować szczególne właściwości biochemiczne. Szczepy *E. coli* O157 nie wytwarzają β -glukuronidazy, nie wrażliwe są przy temperaturach charakterystycznych dla szczepów bakterii środowiskowych (44°C) oraz nie powodują gwałtownej fermentacji sorbitolu. Ostatnia cecha jest wykorzystywana do wyizolowania O157 w Sorbitol-MacConkey Agar (SMAC), gdzie wzrasta bez wytwarzania barwnych pigmentów. SMAC jest selektywnie ulepszany poprzez dodawanie cefiksymu i tellurynu, które mają za zadanie zahamować wzrost innych szczepów.

Większość metod specyficznych opiera się na immunologii. Metody immunologiczne wykorzystują określone przeciwciała do identyfikacji homologicznych antygenów. Test aglutynacji lateksowej stanowi jedną z najszybszych i najbardziej powszechnych technik, obejmującą agregację *in vitro* mikroskopowych cząstek nośnika (tj. lateksu), czemu towarzyszy reakcja z podejrzanym antygenem. Ponadto antyciała mogą być oznaczane za pomocą związku fluorescencyjnego, w celu wyemitowania fluorescencji, jeśli dojdzie do połączenia z komplementarnym antygenem, lub za pomocą znacznika radioaktywnego. Jednakże techniki te nie są wykorzystywane na szeroką skalę ze względu na konieczność stosowania drogiego sprzętu, takiego jak mikroskop fluorescencyjny. Test immunoabsorpcji enzymozależnej (ELISA) jest kolejnym testem immunologicznym: przeciwciało łączy się z enzymem, zazwyczaj peroksydazą lub fosfatazą zasadową, dzięki czemu dochodzi do ilościowej reakcji kolorymetrycznej, której przebieg zależy od ilości enzymu. ELISA jest powszechnie wykorzystywana przy identyfikacji mikroorganizmów, ich serotypów oraz metabolitów, takich jak toksyny w żywności: przykładowo LT, ST i Stx (Cryan 1990; Downes i in. 1989; Yolken i in. 1977).

W niektórych przypadkach szczepy występują w próbkach w niskich stężeniach – zwłaszcza serotyp O157:H7 – co utrudnia wykrycie bakterii. Wyjątkowo czułą metodą umożliwiającą wyizolowanie mikroorganizmów (zwłaszcza dla *E. coli* O157) jest separacja immunomagnetyczna (IMS), przy której wystarczająca ilość bakterii w próbce wynosi 10^2 CFU/g (Karch i in. 1996). IMS wykorzystuje kulki paramagnetyczne połączone z przeciwciałami przeciwko *E. coli* O157 oraz układy między antygenem a przeciwciałami po podłączeniu do kulek. Takie układy są następnie oddzielane od reszty próbki za pomocą magnesu i hodowane na odpowiednim podłożu. Kulki pokryte przeciwciałami na grupy serologiczne O103, O111 oraz O145 są powszechnie dostępne na rynku.

Metody tradycyjne opierają się na identyfikacji fenotypowej danego mikroorganizmu za pomocą procedur, takich jak metody hodowlane i biochemiczne. Jednakże mają one jedną znaczącą wadę: często nie oddają one zmienności międzygatunkowej. Niektóre szczepy posiadają zróżnicowane właściwości biochemiczne, które nie wpisują się w określony wzór. We współczesnych trendach w badaniach można zaobserwować wyraźny zwrot w kierunku wykorzystania metod molekularnych, obejmujących badania DNA bakterii. Należy pamiętać, że badania tego typu mają przynajmniej dwie zalety w stosunku do metod tradycyjnych: proces identyfikacji bakterii może zostać przeprowadzony na niewielkiej próbce materiału, poza tym są one znacznie dokładniejsze w porównaniu do starszych metod, co umożliwia różnicowanie gatunków i patotypów *E. coli*.

Do procesu identyfikacji wykorzystuje się testy (sekwencje łączące się wyłącznie z DNA poszukiwanych organizmów) lub reakcję łańcuchową polimerazy (PCR). Testy wykorzystuje się w przypadku konieczności szybkiego wykrycia i zidentyfikowania bakterii. Polegają one na krzyżowaniu określonych próbek oligonukleotydów właściwych dla danego gatunku ze ściśle określonym obszarem danego genu. Każdy test jest oznaczony radioizotopem, enzymami (np. fosfatazą zasadową) lub barwnikami fluorescencyjnymi, które wskutek

skrzyżowania reagują w określony sposób. Na przykład wykrywanie ETEC może zostać przeprowadzone z pomocą testów dla enterotoksyn LT i ST (Moseley i in. 1982). W odniesieniu do EHEC wykrywanie genów Stx1 i Stx2 zostało ułatwione wskutek opracowania odpowiednich testów (Willshaw i in. 1987).

Zastosowanie reakcji łańcuchowej polimerazy w diagnostyce molekularnej naznaczyło ogromny postęp w nauce dzięki jej specyficzności i czułości, obejmującej badania dla różnych patogenów, takich jak *E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus* oraz *Listeria*. PCR opiera się na amplifikacji genu, który pomnaża się, tworząc miliony kopii określonego obszaru fragmentu badanego DNA. Wyróżnia się szereg wariantów PCR, z czego najbardziej użyteczny jest multipleks PCR. Polega on na tym, że reakcja amplifikacji jest skierowana na dwa lub więcej genów docelowych. Wyróżnia się również metodę *real-time* PCR (tj. PCR w czasie rzeczywistym), która umożliwia określanie obecności i ilości DNA. Reakcję PCR można wykonać na próbkach kału, żywności, jak również na czystych subkulturach. Geny docelowe mogą być zlokalizowane w chromosomie lub plazmidach (O'Sullivan i in. 2007).

W celu identyfikowania różnych patotypów wśród *E. coli* opracowano kilka metod PCR (Tornieporth i in. 1995). Opierają się one na genach podstawowych, odpowiedzialnych za aktywność chorobotwórczą (Cerna i in. 2003; Fratamico i in. 2000; Stacy-Phipps i in. 1995). W laboratoriach wykorzystuje się niekiedy również inne metody badawcze, takie jak testy na zwierzętach (np. myszach w celu wykrycia ST w ETEC) czy też inne badania wykraczające poza zakres zainteresowań niniejszej publikacji.

4. Normy prawne a *E. coli*

Bakterie z grupy *coli*, w tym *E. coli*, stanowią najliczniejszą grupę wskaźników mikrobiologicznych zanieczyszczenia odchodami wody oraz żywności spożywanej przez ludzi. Jednakże pojęcie „grupa *coli*” obejmuje wiele różnych gatunków bakterii, począwszy od jelitowych komensali, a skończywszy na takich organizmach, jak *Serratia* oraz

Aeromonas. Bakteria *E. coli*, uznawana za stały element flory jelitowej, może rosnąć także w różnych niszach pozajelitowych, w tym w zakładach przetwórczych żywności (Cox i in. 1988). Jednakże obecność *E. coli* w surowcach wynika często z bezpośredniego lub pośredniego kontaktu z odchodami ludzi lub zwierząt. Bakterie przenikają do korzeni lub liści i mogą skolonizować całą roślinę (Solomon i in. 2002), co utrudnia ich usunięcie poprzez mycie czy dezynfekcję. Mikroorganizmy mogą następnie przeniknąć z surowców do gotowych produktów podczas przetwarzania i/lub pakowania. Niezwykle trudne jest oddzielenie pomieszczeń, przez które jednocześnie przechodzą surowce, jak i gotowe produkty, ponieważ bakterie mogą przenosić się nawet na ubraniach operatorów maszyn. *E. coli* może również występować w przetworzonej żywności konserwowanej w procesie pasteryzacji, ze względu na niewłaściwy przebieg procesu obróbki termicznej lub poprzez zanieczyszczenie krzyżowe. Ponadto bakterie *E. coli* cechuje wysoka zdolność do szybkiego namnażania w środowiskach przetwarzania nawet przy niewielkich ilościach początkowych, w zależności od występowania sprzyjających czynników środowiskowych. Istotnym czynnikiem ograniczającym jest dostępność wody (Ottaviani 1996). Minimalna aktywność wody wymagana do wzrostu wynosi 0,95, a optymalna 0,995. Tolerancja w kierunku niższych wartości zmniejsza się, jeśli inne czynniki stają się nieoptymalne, tj. temperatura i pH. Jak już zostało powiedziane w rozdziale 2.3, *E. coli* ma szeroki zakres tolerancji pH, wynoszący od 4,4 do 10 (optymalne wartości mieszczą się w zakresie neutralnym, tj. 6–7). Równie istotna jest temperatura: powinna wynosić od 7–8 do 46°C. Za temperaturę optymalną uznaje się 35–40°C, jednakże tolerancja cieplna rośnie, jeśli bakteria znajduje się w spoczynkowej fazie wzrostu (Desmarchelier i Fegan 2003). Ponadto *E. coli* nie potrzebuje tlenu do wzrostu, będąc fakultatywnym beztlenowcem, chociaż preferuje warunki tlenowe.

Występowanie *E. coli* na terenie zakładu oraz w pobliżu urządzeń jest w dużej mierze kontrolowalne – choć

trudne do zupełnego wyeliminowania – poprzez zastosowanie zasad Dobrej Praktyki Produkcyjnej i Dobrej Praktyki Higienicznej oraz nie oznacza konieczności równoczesnego występowania patogenów.

W rzeczywistości dylemat, czy uchybienia w zakresie higieny przyczyniają się czy też nie do realnego ryzyka wystąpienia patogenów, nie zależy wyłącznie od samej obecności *E. coli*, ale również od stopnia wady produkcyjnej oraz czynników epidemiologicznych uzależnionych od rodzaju surowców.

Obecnie ustawodawstwo europejskie przyjmuje zasadę zapobiegania i kontroli, zgodnie z postanowieniami HACCP (ang. *Hazard Analysis and Critical Control Point* – Analiza Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli), które w ostatnim czasie zostały zrewidowane w Rozporządzeniu (WE) Nr 852/2004, oraz zgodnie z kryteriami mikrobiologicznymi uwzględnionymi w Rozporządzeniu (WE) Nr 2073/2005 wraz z późniejszymi nowelizacjami. Wspomniane dokumenty uwzględniają różne ograniczenia ilościowe *E. coli* w żywności. Ponadto *E. coli* uważa się również za wskaźnik zanieczyszczenia bakteriami kałowymi żywności, np. produktów rybnych (małż i ślimaków) czy produktów mięsnych (np. mięsa mielonego). Z drugiej strony bakterie *E. coli* uważa się za wskaźnik poziomu higieny, zwłaszcza w serach, które poddano obróbce termicznej, maśle czy śmietanie powstałej z surowego mleka lub mleka, które wcześniej poddano obróbce z udziałem niższych temperatur niż ma to miejsce w przypadku procesu pasteryzacji. Do innych produktów zalicza się gotowane produkty rybne, gotowe do spożycia wstępnie pocięte owoce i warzywa, niepasteryzowane gotowe do spożycia soki warzywne i owocowe. Z uwagi na właściwości bakterii *E. coli* należy podjąć działania naprawcze. Jednocześnie kiełki z wykiełkowanych nasion stanowią żywność wysokiego ryzyka, ponieważ proces kiełkowania stwarza idealne warunki do wzrostu bakterii, tj. wilgotność i temperaturę. Ostatni przypadek największej fali zachorowań z udziałem *E. coli* powodującego biegunki miał miejsce w 2011 roku w Europie. Statystyki pokazują, że

łączna liczba zachorowań wyniosła 4321 przypadków, z czego 852 HUS i 50 śmiertelnych (RKI 2011). Stwierdzono, że najbardziej prawdopodobnym źródłem zachorowań były nasiona kozieradki sprowadzone z Egiptu (Soon i in. 2013), a dokładnie szczep *E. coli* O104:H4, który posiada właściwości wirulencji dla patotypów enteroagregacyjnych, jak i enterokrwtocycznych. W rezultacie obserwuje się wzmożoną zjadliwość tego szczepu. Ponadto ilość oraz połączenia SPATE, jak również zwiększona adherencja ze względu na fenotyp EAEC przyczyniły się zapewne w dużej mierze do dominacji syndromu HUS wskutek zwiększenia zdolności adsorpcji toksyny Shiga (Bielaszewska i in. 2011). Po zażegnaniu epidemii Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności wydał opinię na temat ryzyka wynikającego z potencjalnego występowania *E. coli* zdolnej do wytwarzania toksyny Shiga oraz innych patogenów w nasionach i nasionach skiełkowanych, sugerując, że niezbędne jest wcześniejsze wykrycie i wyeliminowanie zanieczyszczenia w łańcuchu produkcyjnym w celu uniknięcia wzrostu bakterii. W rzeczywistości krótki okres przydatności do spożycia nie pozwalał na wycofanie produktów z rynku w odpowiednim czasie. Z tego względu wydano nowe Rozporządzenie (WE) Nr 209/2013, nowelizujące Rozporządzenie (WE) Nr 2073/2005. Nowelizacja dotyczyła kryteriów mikrobiologicznych dla kiełków oraz przepisów dotyczących pobierania próbek z tusz drobiowych oraz świeżego mięsa drobiowego. Nowy dokument ustanawia, że następujące patotypy STEC: O157, O26, O111, O103, O145 oraz O104:H4 nie mogą być obecne w 25 g kiełków przez cały okres przydatności do spożycia, co stanowi kolejny krok w kierunku zwiększenia bezpieczeństwa konsumentów. ■

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

Fragment pochodzi z książki:
Mikrobiologiczne zanieczyszczenia żywności,
 Wydawnictwo Naukowe PWN,
 Warszawa 2017

Diagnostyka drganiowa maszyn i zespołów maszynowych. Cz. 2

Sławomir Szymaniec, Marek Kacperak

1. Defekty łożysk ślizgowych

Zaburzenia i przerwy smarowania oraz wysoki poziom drgań wynikający m.in. z niewyważenia i niewspółosiowości są głównymi przyczynami uszkodzeń łożysk ślizgowych. Uszkodzenia polegają przede wszystkim na zużyciu czopów, panewek i elementów oporowych. Defekty łożyska są także następstwem obecności twardych cząstek w oleju, a w przypadku maszyn elektrycznych – następstwem przepływu prądu elektrycznego przez łożysko. Przy małej prędkości obrotowej wału dominują drgania o częstotliwości obrotów. Drgania te są stabilne i są wywołane niewyważeniem. Przy większych prędkościach obrotowych obok drgań o częstotliwości obrotów mogą pojawić się drgania samowzbudne (wir olejowy), których częstotliwość jest bliska połowy częstotliwości obrotowej wirnika [129, 150, 160].

Gdy prędkość obrotowa wału zbliża się do pierwszej prędkości krytycznej, drgania samowzbudne zanikają na skutek znacznego wzrostu drgań o częstotliwości obrotowej. Powyżej prędkości krytycznej drgania o częstotliwości obrotów zmniejszają się i ponownie może wystąpić wir olejowy o częstotliwości zbliżonej do połowy częstotliwości obrotów wału – rys. 1. Kiedy prędkość obrotowa wału zbliża się do prędkości dwukrotnie większej od prędkości krytycznej, może pojawić się tzw. „bicz olejowy” [129, 150, 160], tzn. składowa drgań o stałej częstotliwości mimo dalszego wzrostu prędkości obrotowej. Częstotliwość ta jest równa w przybliżeniu częstotliwości własnej wirnika.

2. Luzy, odkształcenia mechaniczne i wadliwe mocowanie maszyn

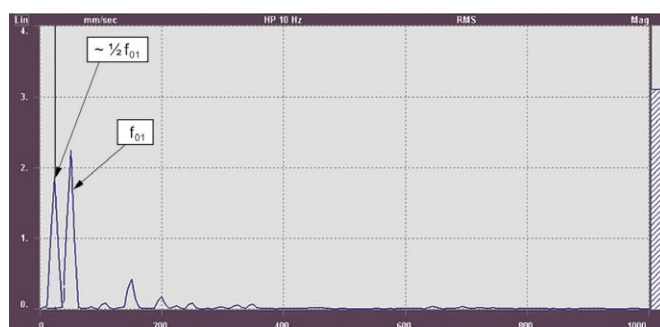
Luzy i odkształcenia mechaniczne możemy podzielić na luzy nieobracających się elementów maszyny (podpory maszyny, płyty posadowcze itp.) i luzy obracających się elementów maszyny [273].

Luzy są przyczyną wielu problemów drganiowych. Zbyt mały luz może spowodować wysoki poziom drgań maszyny. Nadmierne luzy w obsadzie łożysk towarzyszą często niewyważeniu i niewspółosiowości.

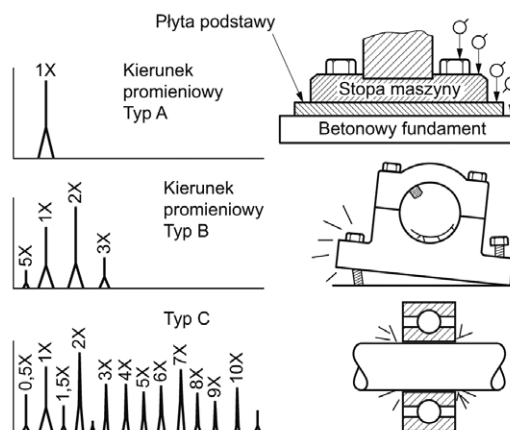
Odkształcenia powodują drgania, wpływając pośrednio na niewspółosiowość, ocieranie wirnika i nierówne obciążenia łożysk.

Luzy przejawiają się w trzech typach widm: A, B, C, przedstawionych na rys. 2 [273].

Widmo typu A powstaje w przypadku luzów strukturalnych związanych ze słabością posadowienia łąp, płyty fundamentowej lub fundamentów; powodowane także pogarszającym się



Rys. 1. Przykładowe widmo drgań obudowy łożyska ślizgowego z drganiami olejowymi [53]



Rys. 2. Rodzaje luzów w zespołach maszynowych i widma ich drgań (rysunek uproszczony) [273]

stanem powierzchni fundamentu lub poluzowaniem się w fundamencie szpilek (śrub), skrzywieniem ramy lub podstawy, łąpy („miękką stopą”). W widmie drgań występuje jako wyraźnie dominująca składowa od prędkości obrotowej f_{01} (wzór (1)). W wyniku analizy kątowej można wskazać różnicę o 180° pomiędzy pionowymi pomiarami na stopach maszyny a pomiarami na podstawie [273].

Widmo typu B powstaje na ogół z powodu poluzowania śrub mocujących łożysko, pęknięcia ramy, łąpy lub obudowy łożyska. W widmie drgań występuje jako wyraźnie dominująca druga obrotowa, składowa od prędkości obrotowej $2f_{01}$. Mniejszą wartość mają pierwsza harmoniczna prędkości obrotowej f_{01}

i trzecia – $3f_{01}$. W widmie drgań występuje również subharmoniczna – $0,5f_{01}$. Dla celów diagnostycznych warto sprawdzić różnicę pomiędzy kątami fazowymi składowej obrotowej przy kolejnych odczytach dla charakterystycznych punktów zespołu maszynowego z uwzględnieniem fundamentów i konstrukcji wsporczych. Zespół maszynowy jako obiekt drgający w danym kierunku powinien przypominać „monolit”, nie powinno być gwałtownych zmian, zwłaszcza w punktach znajdujących się blisko siebie [273].

Widmo typu C powstaje, gdy wirniki silników elektrycznych i innych maszyn nie są monolitem. W silnikach, w czasie ich eksploatacji, siły pochodzenia elektromagnetycznego związane z wszelkiego rodzaju niesymetrią obwodów silnika oraz siły pochodzenia mechanicznego (np. od niewyważenia) mogą osłabić osadzenie pakietu, klinowanie uzwojeń bądź mocowanie wentylatora i wywołać luz w wirniku. Luz w maszynach powstaje też wskutek niewłaściwego montażu (luzu w stosunku do wirnika). W rezultacie na przebiegach czasowych widoczne są skokowe zmiany kąta fazowego [273]. Typ C jest często spowodowany liniowym luzem łożyska w obudowie, nadmiernym luzem w łożysku tocznym lub ślizgowym bądź luznym osadzeniem elementu na wale. Występującym luzom towarzyszy wzrost ogólnego poziomu drgań oraz wyraźny wzrost pierwszej f_{01} oraz drugiej $2f_{01}$ harmonicznej częstotliwości obrotowej w widmie drgań silnika. Towarzyszą temu subharmoniczne i ich krotności – $0,5f_{01}$ lub $0,333 f_{01}$ ($0,5f_{01}$, $1,5f_{01}$, $2,5f_{01}$ itd). Relacje pomiędzy dominantami mogą się zmieniać – rys. 3.

Luz wykrywa się, obserwując widmo drgań oraz (w trakcie eksploatacji) „zmiennosc” fazy składowej obrotowej widma prędkości drgań. Jej wartość powinna być dla danego położenia czujnika drgań w czasie pomiarów stabilna, $\beta = \text{constans}$ (dopuszczalne są kilku- lub kilkunastostopniowe wahania). Również przy kolejnym uruchomieniu maszyny nie powinno być gwałtownej zmiany kąta fazowego β (o kilkadziesiąt stopni). Gdyby tak było (tzn. gdy stwierdzi się duże zmiany kąta fazowego β), to jest to symptom luzu w układzie wirnika. Wtedy ze względów bezpieczeństwa nie wolno eksploatować maszyny, nie wolno również wyważać. Zadaniem, które należy wykonać w pierwszej kolejności, jest usunięcie luzu w wirniku.

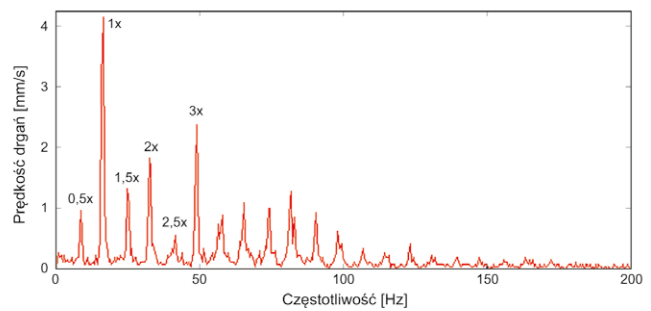
Do programu drganiowych badań diagnostycznych silników elektrycznych intensywnie eksploatowanych (silniki z dużą liczbą rozruchów) warto wprowadzić pomiar fazy sygnału drganiowego w celu stwierdzenia, czy faza nie ulega „dziwnym zmianom”, zwłaszcza po kolejnych uruchomieniach [266]. Przykładowe wyniki diagnostycznych pomiarów drganiowych dla silnika 6 kV, 1000 kW, 2974 obr./min z luzem w wirniku są przedstawione na rys. 4.

Usunięcie luzu w układzie wirnika jest najczęściej zadaniem bardzo trudnym i czasochłonnym. Niestety niekiedy niemożliwym. W praktyce zdarza się, że wirniki dużych, drogich maszyn trzeba zełomować.

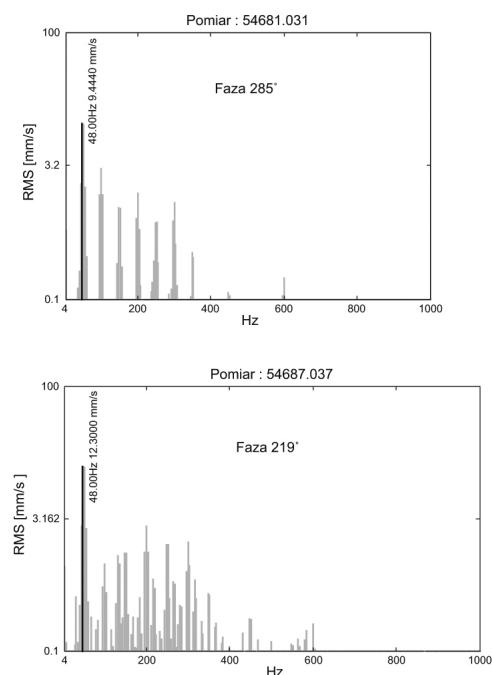
3. Wadliwa współpraca kół zębatych

3.1. Przyczyny defektów

Przyczynami podwyższonego poziomu drgań przekładni mogą być [53, 273]:

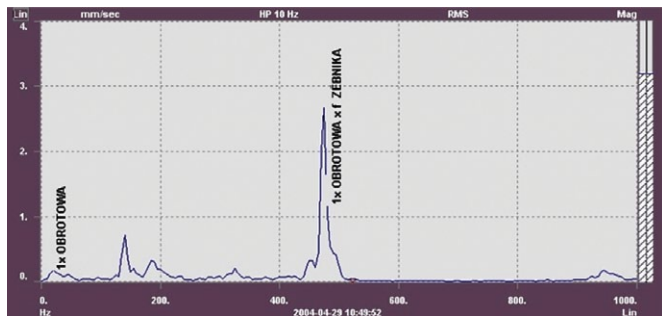


Rys. 3. Widmo prędkości drgań w przykładowym silniku 6 kV, 1000 kW, 2974 obr./min z luzami w układzie wirnika [266]



Rys. 4. Przykładowe wyniki pomiarów diagnostycznych drganiowych dla silnika 6 kV, 1000 kW, 2974 obr./min z luzem w wirniku wraz z odczytami kąta fazowego dla kolejnych uruchomień [266]

- złamany lub zniszczony ząb;
- nierównomierne zużycie zębów;
- pitting (wgłębienia zmęczeniowe, korozja punktowa);
- korozja spowodowana tarcieniem zębów w wyniku złego smarowania i nadmiernego obciążenia;
- błąd podziałek zazębienia;
- mimośrodowość i bicie boczne zazębienia;
- odkształcenia koła zębatego;
- niewyważenie części wirujących przekładni zębatej;
- wadliwe osiowanie kół;
- błąd kształtu zęba;
- błąd profilu i głowy zęba;
- mocowanie korpusu powodujące jego deformację;
- zużycie łożysk.



Rys. 5. Widmo drgań łożysk przekładni zębatej młyna [53]

3.2. Charakterystyka składowych drgań

Wszystkie przedstawione wcześniej uszkodzenia przekładni powodują drgania w płaszczyźnie promieniowej kół zębatych czołowych oraz w kierunku osiowym kół spiralnych i daszkowych [53, 273]. Błędy przekładni (nieidealne wykończenie powierzchni zębów) generują drgania, w których dominuje składowa o częstotliwości odpowiadającej zazębieniu (częstotliwość obrotów koła × liczba zębów) i jej harmoniczne. Poziom drgań takiej przekładni zależy od obciążenia, prędkości obrotowej i wad przekładni.

Bicie koła, niewyważona masa, brak współosiowości lub uszkodzony ząb powodują generowanie drgań o częstotliwości obrotowej koła i o częstotliwości zazębienia wraz ze wstęgami bocznymi w odległościach równych częstotliwościom obrotów kół zębatych. Drgania te mogą wywołać poprzeczne lub skrętne rezonanse o różnych częstotliwościach. Błędy obróbki podczas frezowania mogą powodować drgania o częstotliwościach równych drugiej lub trzeciej harmonicznej częstotliwości obrotów koła zębatego – rys. 5.

W tabeli 1 podano drganiowe symptomy uszkodzania się przekładni zębatej.

4. Defekty napędów pasowych

4.1. Przyczyny defektów

Przyczyny drgań napędów pasowych są następujące [53, 273]:

- niedopasowane, zużyte lub rozciągnięte pasy;
- mimośrodowość lub niewyważenie kół pasowych;
- koła pasowe nie leżą w jednej płaszczyźnie;
- rezonans pasa napędowego.

4.2. Charakterystyka składowych drgań

Niedopasowane, zużyte lub rozciągnięte pasy powodują drgania maszyny w płaszczyźnie promieniowej, szczególnie w płaszczyźnie z pasami. W widmie drgań pojawiają się składowe o częstotliwości obiegu pasa, ale zwykle dominuje składowa o częstotliwości dwukrotnie większej od częstotliwości obiegu pasa. Częstotliwość obiegu pasa f_p można wyznaczyć ze wzoru:

$$f_p = n_{obr} \cdot \frac{\pi \cdot D_p}{L_p \cdot 60} \text{ [Hz]} \quad (1)$$

Tabela 1. Związek między stanem przekładni zębatej a postacią sygnału [53]

L.p.	Stan przekładni zębatej	Charakterystyka sygnału drganiowego
1	Uginanie się zębów pod wpływem obciążenia	sygnał poliharmoniczny z częstotliwością podstawową f_z (częstotliwość zazębienia)
2	Błąd kąta przyporu lub nierównomierne przyleganie zębów	sygnał poliharmoniczny z częstotliwością podstawową f_z (składowe o większej intensywności w stosunku 1:3)
3	Nierównomierne przyleganie zębów	jak wyżej
4	Równomierne początkowe zużycie zębów	sygnał poliharmoniczny z częstotliwością podstawową f_z ; wzrost intensywności w drugiej i wyższych harmonicznych
5	Błąd wykonania zębów wywołany przez łańcuch kinematyczny obrabiarki, na której nacięto zęby	występowanie składowej widma o częstotliwości zbliżonej do częstotliwości f_z
6	Mimośrodowe osadzanie zębów	modulacja amplitudy sygnału poliharmonicznego w postaci wystąpienia dużej liczby składowych bocznych równomiernie rozłożonych
7	Jednostkowe uszkodzenie zęba występujące raz na cały obwód koła zębatego	jak wyżej
8	Nierównomierne rozmieszczenie zębów	modulacja częstotliwości sygnału poliharmonicznego, występowanie składowych bocznych
9	Pitting rozłożony na większości zębów	wzrost intensywności sygnału poliharmonicznego, modulacja częstotliwości
10	Wyłamanie zęba	sygnał jak przy jednostkowym uszkodzeniu zęba

gdzie: n_{obr} – prędkość obrotowa koła pasowego; D_p – średnica podziałowa; L_p – długość pasa.

Mimośrodowość i niewyważenie kół pasowych powoduje drgania o stałej amplitudzie w płaszczyźnie promieniowej. W widmie drgań dominuje składowa o częstotliwości równej częstotliwości obrotów koła. Możliwa jest w tym wypadku poprawa stanu dynamicznego maszyny przez wyważenie koła np. podkładkami pod sworznie blokujące stożek.

Jeżeli koła pasowe nie leżą w jednej płaszczyźnie, to pojawiają się drgania w kierunku osiowym, o stałej amplitudzie. W widmie drgań dominuje składowa o częstotliwości równej częstotliwości obrotów koła pasowego. Można to sprawdzić liniałem.

Rezonans pasa napędowego może być przyczyną niestabilnych drgań w płaszczyźnie promieniowej. Częstotliwość drgań w tym wypadku nie jest uzależniona od częstotliwości obrotów kół pasowych. Stan ten można poprawić, zmieniając napięcie pasa.

5. Drgania maszyn elektrycznych

5.1. Przyczyny drgań maszyn elektrycznych

Drgania maszyn elektrycznych mają nie tylko podłoże mechaniczne, ale także są wynikiem zjawisk natury elektromagnetycznej. Wszystkie przyczyny drgań natury elektromagnetycznej można wyeliminować po wyłączeniu zasilania.

Elektromagnetyczne przyczyny drgań maszyn elektrycznych przedstawiono w literaturze [26–32, 35, 36, 53, 54, 74, 115, 130, 135, 139, 151, 215, 220, 222, 223, 224, 226, 227, 228, 235, 252, 261, 266, 273, 310]. Najczęstszymi przyczynami są:

- mimośrodowy wirnik;
- niesymetria szczeliny powietrznej;
- utrata izolacji stojana;
- pęknięty pręt lub pierścień wirnika;
- zwarcie w stojanie.

5.2. Charakterystyka składowych drgań

Mimośrodowy wirnik maszyny elektrycznej powoduje jej drgania w kierunku promieniowym, o stacjonarnej amplitudzie. Poluzowanie wirnika lub zgięcie spowodowane naprężeniami termicznymi mogą zmieniać amplitudę i fazę drgań w czasie. W widmie drgań pojawiają się wstęgi boczne w odległości równej dwukrotnej częstotliwości poślizgu wokół składowej o częstotliwości f_0 oraz $2f_0$ (f_0 – częstotliwość zasilania sieci).

W wyniku niesymetrii szczeliny powietrznej w silniku dochodzi do deformacji pola w szczelinie, czego skutki mogą być obserwowane w widmie drgań i w widmie prądu stojana silnika. W widmie drgań i w widmie prądu pojawiają się częstotliwości żłobkowe opisane wzorami (2) i (3) [79]:

$$f_{n1} = f_0 \left[(n_{rt} z_2 + n_d) \frac{1-s}{p} + n_{ws} \right] \quad (2)$$

$$f_{n1} = f_0 \left[(n_{rt} z_2 \pm n_d \pm n_{or} p) \frac{1-s}{p} \pm n_{dwr} s \right] \quad (3)$$

gdzie: f_0 – częstotliwość sieci zasilającej; n_{rt} – dowolna liczba całkowita; z_2 – liczba żłobków wirnika; n_d – rząd niesymetrii (dla statycznej $n_d = 0$, dla dynamicznej $n_d = 1, 2, 3$); s – poślizg maszyny; p – liczba par biegunów; n_{ws} – numer składowej harmonicznej czasowej siły magnetomotorycznej stojana; n_{wr} – numer składowej harmonicznej czasowej siły magnetomotorycznej wirnika; n_{or} – numer składowej harmonicznej przestrzennej wirnika.

W widmie obwiedni sygnału drganiowego obok wymienionych wyżej składowych mogą wystąpić również składowe: obrotowa f_{01} i druga harmoniczna częstotliwości zasilania $2f_0 = 100$ Hz jako skutek modulacji tymi składowymi pozostałych składowych sygnału drganiowego węzłów łożyskowych (rys. 6 i 7).

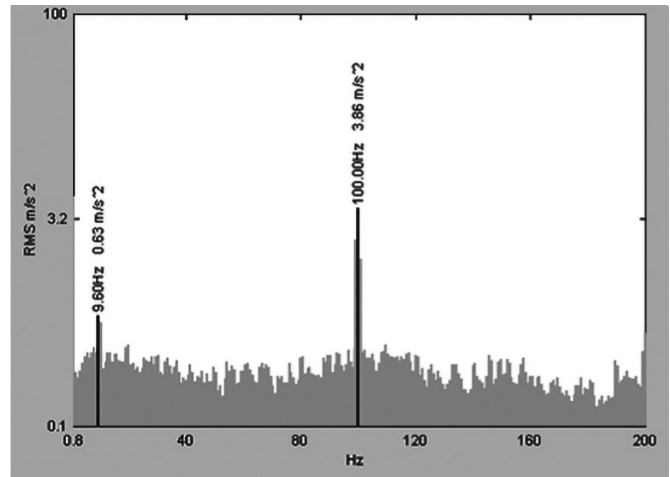
Przyczyną bezpośrednią występowania w widmie obwiedni wymienionych składowych jest niesymetria szczeliny powietrznej silnika spowodowana luzami w tarczach łożyskowych, luzami w zamkach, niecentrycznościami wirnika i stojana, ugięciami wirnika, niewłaściwą centrowką napędu itd. [266].

Utrata izolacji stojana jest przyczyną drgań w płaszczyźnie promieniowej o dużej i stałej amplitudzie. Widmo drgań charakteryzuje się składową o częstotliwości $2f_0$ (podwojona częstotliwość sieci) [266].

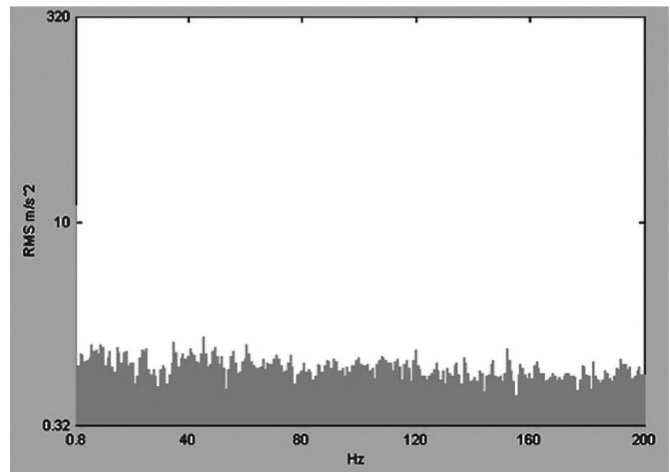
Pęknięty pręt uzwojenia klatkowego powoduje drgania w płaszczyźnie promieniowej o stałej amplitudzie. Widmo drgań w tym przypadku charakteryzuje się składową o częstotliwości obrotów ze wstęgami bocznymi w odległości równej podwojonej częstotliwości poślizgu. Pęknięty pręt lub pierścień uzwojenia klatkowego można również rozpoznać za pomocą analizy widmowej prądu silnika. Wykorzystuje się tu zjawisko występowania w przebiegu prądu składowych o częstotliwościach [266] – rys. 8 i 9:

$$f = f_0 (1 \pm 2s) \quad (4)$$

gdzie f_0 – częstotliwość zasilania sieci; s – poślizg.

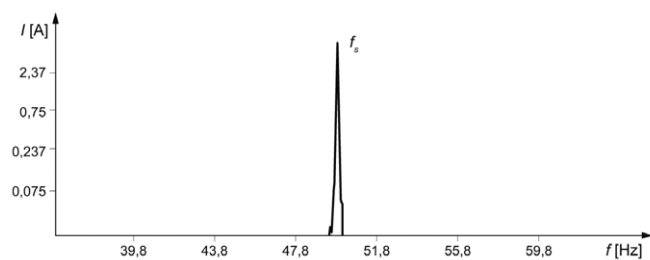


Rys. 6. Widmo detekcji obwiedni drgań obudowy łożyska silnika o mocy 800 kW, z luzami w tarczy łożyskowej [266]

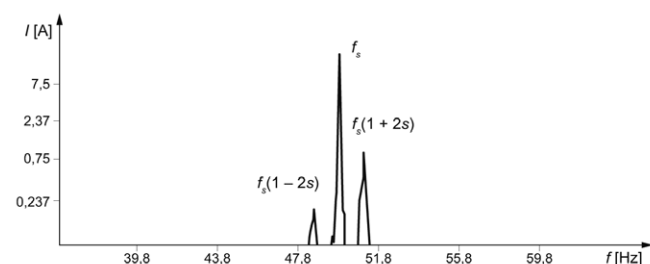


Rys. 7. Widmo detekcji obwiedni drgań obudowy łożyska silnika o mocy 800 kW po wymianie tarcz łożyskowych. Pomiarów luzów nie wykazały odchyłek od normy [266]

W silniku z uszkodzoną klatką, równolegle z wystąpieniem w widmie prądu stojana częstotliwości poślizgowych $f_0(1 \pm 2s)$ – rys. 9 – i ich kolejnych krotności wokół częstotliwości f_0 , występują częstotliwości poślizgowe obok częstotliwości $5f_0$ i $7f_0$. Jest to bardzo ważna cecha silnika z uszkodzoną klatką. Bowiem dla mniejszych obciążeń silnika niż połowa obciążenia znamionowego $s = 0,5s_n$ można prowadzić diagnostykę klatki, opierając się na równoczesnej analizie widma prądu stojana, przy dużej rozdzielczości analizatora, w trzech obszarach, w pobliżu pierwszej, piątej i siódmej harmonicznych prądu stojana. Otoczenie harmonicznej podstawowej f_0 jest najbardziej znaczące, ale dla obciążeń $s = 0,5s_n$ częstotliwości poślizgowe $f_0(12s)$ wokół f_0 mogą nie zostać wyraźnie wyodrębnione. Wyodrębnione natomiast będą częstotliwości poślizgowe obok $5f_0$ i $7f_0$. Harmoniczne $5f_0$ i $7f_0$ ulegną „rozdwójnieniu”, a nawet „roztrojeniu” w kierunku mniejszych częstotliwości, również dla mniejszych od $0,5s_n$ wartości poślizgu.



Rys. 8. Przykładowe widmo prądu stojana dla silnika z nieuszkodzoną klatką [79, 266]



Rys. 9. Przykładowe widmo prądu stojana z uszkodzoną klatką [79, 266]

W praktyce przydatność tej metody potwierdzono dla $s = 0,1s_n$. Badanie trzech zakresów widma prądu stojana dla celów diagnostyki klatki podnosi pewność diagnozy. Pomiarzy związane z piątą i siódmą harmoniczną mogą dawać rozstrzygnięcie w przypadku wystąpienia wątpliwości.

Metoda jest oparta na szczegółowej analizie prądu uzwojeń stojana w otoczeniu podstawowej składowej prądu o częstotliwości sieciowej f_0 . Ma ona jednak pewne wady, jak ta, że prążki o znaczeniu diagnostycznym leżą bardzo blisko prążka podstawowego f_0 , którego amplituda jest bardzo duża, i że ich odległość od f_0 zależy od poślizgu s silnika. A to powoduje, że diagnoza może być wiarygodna dopiero dla dostatecznie dużego obciążenia silnika. Na pewno powyżej 50% obciążenia znamionowego [266].

Powyższą metodę diagnostyczną zmodyfikowano właśnie ze względu na wspomniany mankament. Rozszerzono obszar analizy częstotliwościowej prądu stojana na inne częstotliwości. Oprócz obszaru f_0 analizowano obszary obok: $5f_0$, $7f_0$, $11f_0$ i $13f_0$ [266].

Dla potrzeb niniejszej monografii ograniczono się do podania końcowych wzorów opracowanej metody, opierając się na jakościowej ocenie zjawisk w uszkodzonej maszynie. Określono główne prążki w widmie prądu stojana spowodowane niesymetrią klatki wirnika i związane z wyższymi harmonicznymi przepływu wytwarzanymi przez symetryczne uzwojenie stojana.

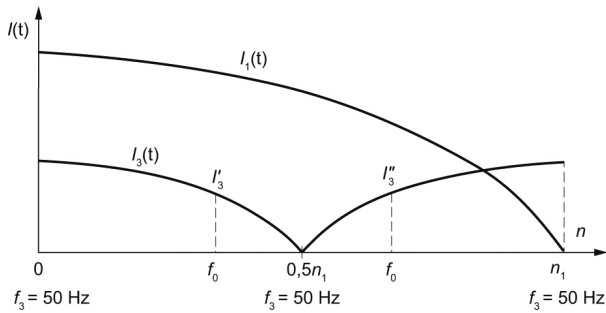
Reasumując, w przypadku uszkodzenia klatki częstotliwościami diagnostycznymi pojawiającymi się w widmie prądu stojana są [266]:

- f_0 oraz częstotliwości poślizgowe: $f_0(1 \pm 2s)$ i ich kolejnych krotności;
- $5f_0$, należy się spodziewać częstotliwości poślizgowych: $f_0(5 - 2s)$, $f_0(5 - 4s)$, $f_0(5 - 6s)$, $f_0(5 - 8s)$;
- $7f_0$, należy się spodziewać częstotliwości poślizgowych: $f_0(7 - 4s)$, $f_0(7 - 6s)$, $f_0(7 - 8s)$, $f_0(7 - 10s)$;
- $11f_0$, należy się spodziewać częstotliwości poślizgowych: $f_0(11 - 8s)$, $f_0(11 - 10s)$, $f_0(11 - 12s)$, $f_0(11 - 14s)$;
- $13f_0$, należy się spodziewać częstotliwości poślizgowych: $f_0(13 - 10s)$, $f_0(13 - 12s)$, $f_0(13 - 14s)$, $f_0(13 - 16s)$.

5.3. Wnioski z badań

Z prac teoretycznych poświęconych powyższemu zagadnieniu wynikają następujące wnioski [266]:

- Najbardziej groźne dla silnika są uszkodzenia jednego segmentu pierścienia klatki lub uszkodzenia większej liczby segmentów pierścieni. Uszkodzenia te wywołują przepływ prądu o wartości w przybliżeniu dwukrotnie większej od normalnej w segmentach pierścieni usytuowanych przeciwległe (w sensie kąta elektrycznego) do pękniętego segmentu. Może to być w dalszej eksploatacji silnika powodem lawinowego rozszerzania się uszkodzenia, a nawet zniszczenia uzwojeń stojana.
- Uszkodzenia prętów klatki wirnika powodują znacznie mniej groźne skutki. Przy zachowaniu stałego poślizgu następuje zmniejszenie prądów w klatce i równoczesne zmniejszenie momentu elektromechanicznego. Zakładając pracę silnika przy stałym momencie obciążenia, uszkodzenie ok. 4% prętów klatki powoduje jedynie niewielki wzrost prądu w niektórych elementach konstrukcyjnych klatki. Sytuacja się pogarsza w miarę wzrostu liczby pękniętych prętów, a charakterystyka momentu ulega znacznemu obniżeniu i zniekształceniu poprzez wystąpienie siodła przy poślizgu o wartościach zawartych pomiędzy 0,5 a poślizgiem krytycznym silnika.
- Skutki niesymetrii klatki uwiadcniają się w różnym stopniu w przebiegach czasowych prądów stojana, mocy trójfazowej, mocy jednofazowej i momentu elektromechanicznego w zależności od rodzaju uszkodzenia. Są one spowodowane w dużej mierze składową przeciwną przepływu harmonicznym podstawowej.
- Najprostszą metodą diagnostyczną stanu klatki wirnika jest pomiar prądów uzwojeń stojana i mocy jednofazowej uzwojenia stojana w funkcji kąta położenia wirnika. Pozwala ona na stwierdzenie uszkodzenia pręta klatki lub kilku prętów leżących obok siebie przy uszkodzeniu od ok. 2–3% liczby prętów oraz uszkodzeniu polegającemu na obustronnym wyłamaniu się pręta z pierścieni zwierających.
- Najbardziej czuła pod względem diagnostycznym jest metoda pomiaru siły elektromotorycznej indukowanej przez pole wyższych harmonicznymi, z wyłączeniem harmonicznym podstawowej w uzwojeniach kontrolnych. Wymaga ona jednak w praktyce wbudowania na stałe w stojan silnika dwóch uzwojeń kontrolnych o niewielkiej liczbie zwojów i niewielkim przekroju, a następnie zastosowania układu pomiarowego realizującego stosowną procedurę pomiarową. Jest to niewątpliwie wadą tej metody i praktycznie czyni ją nieprzydatną. Uzupełnieniem tych pomiarów mogą być pomiary w czasie rozruchu silnika – rys. 10. Składowa $f_0(1 - 2s)$ występuje



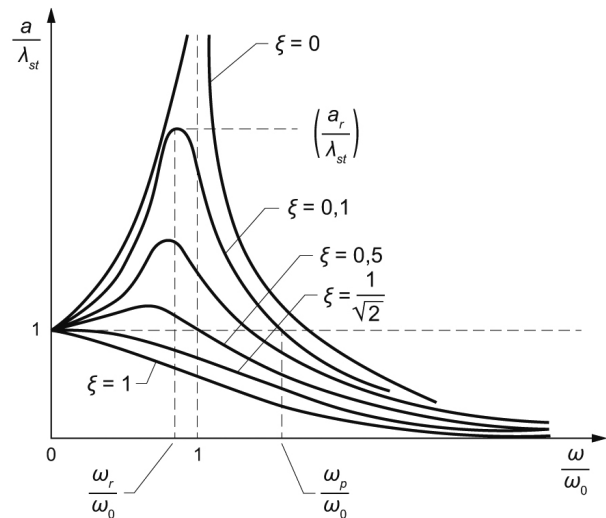
Rys. 10. Przebieg prądu $I_3(t)$ o częstotliwości $f_3 = f_1(1 - 2s)$ wydzielonego z prądu stojana $I(t)$ w przypadku niesymetrii elektrycznej klatki (symbolami I_3 i I_3'' oznaczono impulsy w metodzie diagnostycznej, sygnalizując niesymetrię elektryczną klatki) [79, 266]

również w stanie rozruchu [79, 266]. Zarejestrowany w tym stanie prąd poddaje się zwykle filtracji dolnoprzepustowej, z częstotliwością odcięcia ok. 15 Hz. Informację diagnostyczną uzyskuje się z tych zakresów prądu rozruchowego, którym odpowiada prędkość obrotowa wirnika nieco mniejsza i nieco większa od połowy prędkości synchronicznej. Przy połowie prędkości synchronicznej częstotliwość składowej diagnostycznej równa się zero. W czasie rozruchu amplituda składowej $f_0(1 - 2s)$ podlega zmianie. Doświadczenie wskazuje, że do celów diagnostycznych za miarodajną można uznać amplitudę przy ok. 10 Hz. W czasie rozruchu prądy w prętach klatki podlegają zjawisku wypierania. Dlatego w czasie rozruchu udział prądu w prętach klatki rozruchowej jest znacznie większy niż w czasie pracy ustalonej. Z tego względu w czasie rozruchu istnieją korzystne warunki do diagnostyki klatki górnej. Z kolei w czasie pracy ustalonej klatka górna jest w znacznym stopniu ekranowana przez klatkę dolną, czyli roboczą. Zatem w czasie pracy ustalonej istnieją korzystniejsze warunki do diagnostyki klatki roboczej [79, 266].

W przypadku zwarcia w stojanie silnik drga w płaszczyźnie promieniowej lub osiowej i w widmie drgań występuje składowa o częstotliwości $2f_0$.

6. Rezonanse

Szczególnym rodzajem drgań wymuszonych jest rezonans. Rezonans występuje wtedy, gdy częstotliwość siły wymuszającej pokryje się z częstotliwością własną układu drgającego. Drgania wymuszone odbywają się wówczas z maksymalną amplitudą [83, 149, 150]. W praktyce oznacza to, że przy małych nawet siłach wzbudzających i bardzo małym tłumieniu mogą powstać drgania o tak dużej amplitudzie, że mogą zniszczyć daną konstrukcję. Pulsację siły wymuszającej nazywamy wówczas pulsacją rezonansową ω_{rez} :



Rys. 11. Krzywe rezonansowe przy różnych współczynnikach tłumienia [150]

$$\omega_{rez} = \omega_0 \sqrt{1 - 2\zeta^2} = \sqrt{\omega_0^2 - 2b^2} \quad (5)$$

gdzie: ω_{rez} – pulsacja rezonansowa; ω_0 – pulsacja własna drgającego układu; h – stała tłumienia ($2h = b/m$, m – masa, b – współczynnik proporcjonalności, zwany współczynnikiem oporu).

Amplitudę szczytu rezonansowego możemy wyrazić za pomocą zależności:

$$a_{rez} = \frac{\lambda_{st}}{2\zeta\sqrt{1-\zeta^2}} \quad (6)$$

gdzie: λ_{st} – wychylenie masy m pod wpływem działania siły, np. F_0 ; ζ – bezwymiarowy współczynnik drgań.

Z równania (3) wynika, że pulsacja rezonansowa jest zawsze mniejsza od pulsacji drgań własnych układu. Różnica obu pulsacji rośnie ze wzrostem stałej tłumienia.

Dla układów o bardzo małym tłumieniu ($\zeta < 0,1$) można przyjmować, że pulsacja rezonansowa siły wymuszającej jest równa pulsacji drgań własnych. Można oczywiście też mówić w tym przypadku o równości częstotliwości rezonansowej i częstotliwości drgań własnych układu [150].

Dodatkowych wiadomości o zjawisku rezonansu dostarczają krzywe rezonansowe (rys. 11). Są to krzywe przedstawiające zależność amplitudy drgań wymuszonych a (lub stosunku $\zeta(\omega) = a/\lambda_{st}$ – współczynnika wzmocnienia drgań) od częstości siły wymuszającej ω (lub stosunku ω/ω_0), przy różnych

reklama



ROBOTYKA.PL

centrum polskiej robotyki

współczynnikach tłumienia: $h_1 < h_2 < h_3 < h_4 < h_5$. Jak widać, ośrodkom o mniejszych stałych tłumienia odpowiadają krzywe o dość wyraźnym zarysowanym maksimum. Innymi słowy, w takich układach duże amplitudy mogą być osiągnięte tylko w wąskim przedziale wartości ω , zawierającym pulsację rezonansową ω_{rez} . Krzywe dotyczące ośrodków o dużym tłumieniu (odpowiadające $0,5 \leq \zeta < 1/\sqrt{2}$) mają już maksima rozmyte – w szerokim przedziale wartości ω układ drgający reaguje niewielkim wzrostem amplitudy. W układach o bardzo dużym tłumieniu (gdy $\zeta = 1/\sqrt{2}$) nie obserwuje się w ogóle wzrostu amplitudy – rezonans nie występuje [149, 150].

Częstotliwość zaniku drgań rezonansowych ω_p można obliczyć z zależności:

$$\omega_p = \omega_0 \sqrt{2(1 - 2\zeta^2)} = \sqrt{2(\omega_0^2 - 2b^2)} \quad (7)$$

W przypadku, gdy mamy do czynienia z elementami obracającymi się z prędkością n obrotów na minutę, np. wał silnika, możemy spodziewać się powstania drgań rezonansowych o częstotliwości $n/60$ lub jej całkowitej wielokrotności. Drganiom tym mogą ulegać zarówno całe konstrukcje, jak i ich elementy.

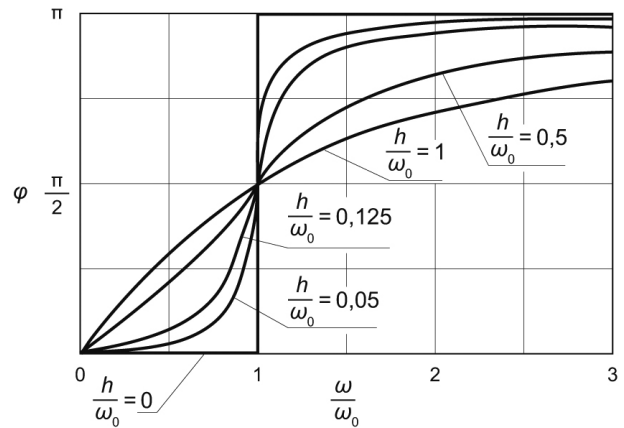
Dla drgań tłumionych nie należy utożsamiać ze sobą trzech różnych częstotliwości, które pokrywają się tylko wtedy, gdy nie ma tłumienia. Częstotliwościami tymi są: częstotliwość drgań własnych nietłumionych, częstotliwość drgań własnych tłumionych i częstotliwość odpowiadająca maksymalnej amplitudzie, którą uważa się za częstotliwość rezonansową [150]. Dla bardzo małych wartości tłumienia częstotliwości te są prawie jednakowe. W praktyce tłumienie najczęściej jest małe.

Na rysunku 13 przedstawiono przykład praktyczny rezonansu samochodu w czasie jazdy.

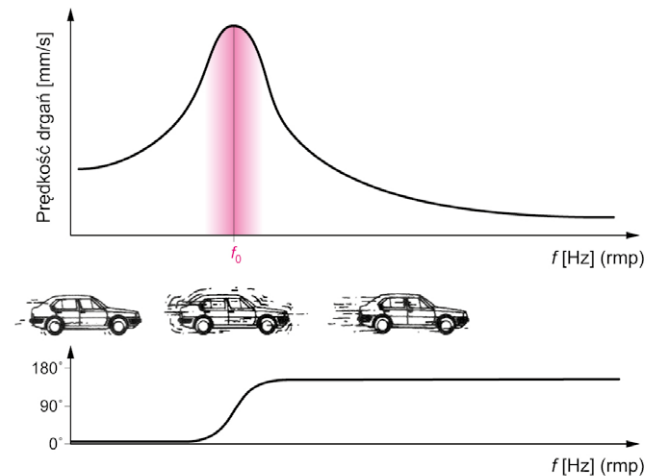
Rezonans jest zjawiskiem występowania największej amplitudy drgań wymuszonych przy określonych częstotliwościach zmian zewnętrznego czynnika wzbudzającego. Nie generuje drgań tylko wzmacnia drgania z innych źródeł [150, 266]. Rezonans pojawia się wtedy, gdy częstotliwość działania siły wymuszającej zbiega się z częstotliwością własną drgań maszyny [150]. Może powodować bardzo duże wzmocnienia amplitudy drgań i doprowadzić do zakłóceń pracy maszyny lub nawet do poważnego jej uszkodzenia. Częstotliwość rezonansowa może być naturalną własną częstotliwością np. wirnika maszyny, lecz może również pochodzić od całej konstrukcji, fundamentowania, konstrukcji wsporczej itp. Cechą charakterystyczną rezonansu jest gwałtowna zmiana kąta fazowego – zmiany kąta fazowego o 90° w samym rezonansie, zmiany kąta fazowego o blisko 180° po przejściu strefy rezonansowej – rys. 14. W rezonansie intensywność drgań maszyny zależy tylko od współczynnika tłumienia [150].

Silniki indukcyjne są bardzo często stosowane w napędach o zmiennej prędkości obrotowej. Praca w szerokim zakresie prędkości obrotowych skutkuje zmiennym wymuszeniem ich drgań i hałasów. Wymuszenie to może być duże, szczególnie jeśli częstotliwości harmonicznymi sił generowanych przez przekształtniki PWM są bliskie częstotliwości drgań własnych silnika [266].

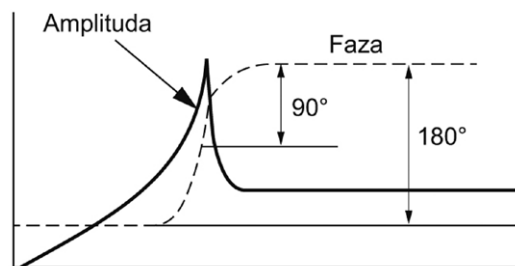
W celu zmniejszenia drgań i hałasów napędu mogą być stosowane dwa rozwiązania: pierwsze polega na eliminacji



Rys. 12. Charakterystyki fazowe drgań wymuszonych siłą harmoniczną [150]

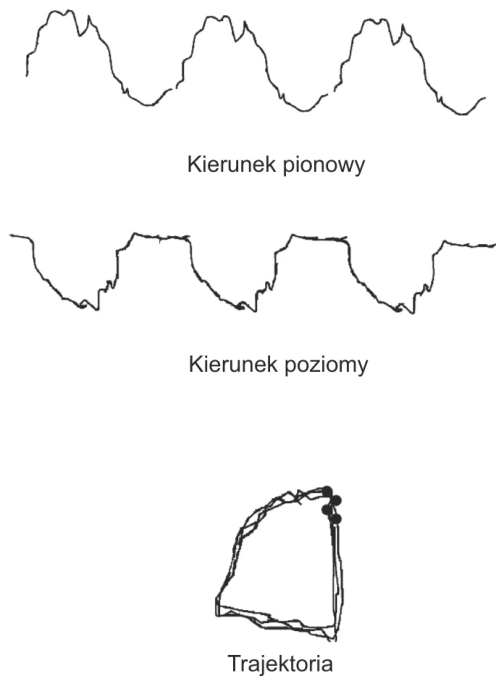


Rys. 13. Przykład praktyczny rezonansu samochodu w czasie jazdy: u góry: wzrost drgań samochodu przy prędkości rezonansowej; u dołu: zmiana kąta fazowego w czasie rezonansu [216]



Rys. 14. Zmiana kąta fazowego w rezonansie i po przejściu strefy rezonansowej [273]

niepożądanych składowych z zasilania przez zastosowanie specjalnego sterowania przekształtnikiem, drugie sprowadza się do odpowiedniego zaprojektowania silnika, tak aby „wyprowadzać” częstotliwości drgań własnych silnika poza pasma częstotliwości podstawowych wymuszeń.



Rys. 15. Sygnał drganiowy w dziedzinie czasu (rys. górny) i trajektoria wału w czasie przycierania wału (rys. dolny) [53]

W celu ograniczenia zagrożeń wibroakustycznych konieczne jest wyznaczenie częstotliwości drgań własnych poszczególnych części maszyny, aby było możliwe uniknięcie zjawiska rezonansu. Znając drgania własne stojana i wirnika maszyny, można podać pasma zabronione częstotliwości dla przekształtnika, unikając w ten sposób w eksploatacji rezonansu [266].

7. Pęknięcie wału

Pęknięcie wału może być przyczyną bardzo poważnych, trudnych do wyobrażenia zagrożeń nie tylko dla maszyn, ale także dla otoczenia. Dlatego najwcześniejsze rozpoznanie pęknięcia ma ogromne znaczenie.

Pęknięcie wału powoduje zmianę jego sztywności. Ugięcie wału zależy również od umiejscowienia pęknięcia. W pozycji górnej następuje ściskanie warstwy powierzchniowej i szczelina się zamyka. W pozycji dolnej występuje rozciąganie warstwy powierzchniowej i szczelina jest otwarta. Obroty wału generują drgania o charakterze okresowym, w szczególności o częstotliwości równej podwójnej częstotliwości obrotów wału. Można to wykorzystać do detekcji pęknięć wału [273]. Dużo informacji niesie pomiar wartości drugiej harmonicznej drgań wraz z kątem fazowym w trakcie zmiany obrotów wału (np. rejestracja wybiegu). Zmiany sztywności wału powodują wówczas drgania własne o częstotliwości krytycznej wału przy prędkości obrotowej wału równej połowie prędkości krytycznej. Podobne zjawisko wystąpi przy prędkości obrotowej trzy i cztery razy mniejszej od prędkości krytycznej [273]. Diagnostyka pęknięć wału może polegać na obserwacji zmiany czterech kolejnych składowych harmonicznych o podstawowej częstotliwości obrotów i kątów fazowych pierwszej i drugiej składowej harmonicznej [273].

8. Przycieranie wału

Przycieranie wału jest skutkiem fizycznego kontaktu pomiędzy ruchomymi (obracającymi się) a stacjonarnymi częściami maszyny. W maszynach wirnikowych przycieranie występuje przede wszystkim: pomiędzy wałem a uszczelnieniami labiryntowymi, wewnątrz łożysk w wyniku np. ciasnych pasowań. W widmie drgań obserwuje się składowe harmoniczne 0,5f, 1,5f, 2,5f itd. Sygnał drganiowy i trajektoria wału mają zazwyczaj spłaszczony kształt. Częstotliwości podharmoniczne mogą „dryfować” (nie są stałą częścią składowej obrotowej) – rys. 15.

Dla częstotliwości podharmonicznej można obserwować trajektorię przeciwbieżną wału (kiedy czop uderzy w panew łożyska, przemieszcza się przeciwnie do ruchu obrotowego). Warunki przycierania są zmienne w czasie i wywołują różną odpowiedź wirnika, dlatego kierunek trajektorii podharmonicznej może oscylować pomiędzy kierunkiem zgodnym i przeciwnym do kierunku obrotu wału. Wszystkie obserwowane symptomy są chwilowe, ponieważ przycieranie jest typowym zjawiskiem przejściowym. ■

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

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

reklama

 Targi Kielce
exhibition & congress centre

 **CONTROL STOM**
Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej

 **CONTROL TECH**
Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej
oraz Badań Nieniszczących

19-21 X 2021
Kielce

Czas się Spotkać!

www.targi Kielce.pl

Wykorzystanie standardów GS1 w obszarze działalności operatorów fulfilment

Fulfilment w e-commerce

1. Wstęp

Obecnie handel elektroniczny jest zdominowany pod względem liczby transakcji przez relacje B2C (ang. *Business to Consumer*), gdzie produkt jest zamawiany przez klientów indywidualnych i sprzedawany przez przedsiębiorstwa. Obsługa takich klientów jest znacznie trudniejsza i wymaga specjalnych procedur. Często dokonują oni jednorazowych zakupów, więc ich lojalność jest stosunkowo niska, a oczekiwania stale rosną. Jeśli produkt nie dotrze w odpowiednim czasie, jest niewłaściwy lub uszkodzony, a na dodatek utrudniony jest jego zwrot, klient może nie dokonać ponownego zakupu w sklepie. Liczy się więc nie tylko zachęcenie klienta do zakupu, ale także jego sprawna obsługa, w tym przede wszystkim obsługa logistyczna.

W *e-commerce* istnieją trzy podstawowe formy organizacji logistyki, które wskazują na zakres procesów realizowanych przez detalistę internetowego: **własna logistyka**, **dropshipping** i **fulfilment**.

Własna logistyka (samodzielne wykonywanie procesów logistycznych) jest najbardziej popularna wśród mikro- i małych przedsiębiorstw, których skala działalności jest wciąż zbyt mała, aby korzystanie z zewnętrznych firm logistycznych było opłacalne. Stosują ją również niektóre największe przedsiębiorstwa, które wykorzystują efekt skali lub wolą mieć wszystko pod kontrolą.

Z kolei **dropshipping** polega na wysyłce towarów bezpośrednio z magazynu podmiotu zewnętrznego (np. producenta, dystrybutora) do klienta, bez konieczności korzystania z magazynu sprzedawcy. Dzięki temu e-sprzedawcy nie muszą podejmować ryzyka zamrożenia swoich aktywów w magazynie.

Wreszcie – **fulfilment** sprowadza się do przekazania procesów logistycznych zewnętrznemu dostawcy. Te procesy obejmują najczęściej przyjmowanie, przechowywanie, kompletację, pakowanie i wysyłkę produktów oraz obsługę ich zwrotów. Istnieje jeszcze koncepcja *One Stop E-commerce*, która jest rozszerzeniem *fulfilment* o dodatkowe usługi. Zakłada ona wsparcie nie tylko z zakresu logistyki (tak jak *fulfilment*), ale także obsługę klientów końcowych, działań marketingowych, rozwiązań informatycznych oraz finansów i księgowości przez jedną firmę. Przykładowo w imieniu klienta może być prowadzony *call center* w wielu językach, gdzie wykonywana jest obsługa zapytań, reklamacji itp.

W tym opracowaniu skoncentrowano się na *fulfilment* jako formie organizacji logistyki w firmach sprzedających towary przez internet. Jest to zagadnienie dość nowe – zarówno na gruncie praktycznym, jak i teoretycznym. Mimo że powstaje coraz więcej firm świadczących usługi logistyczne na rzecz



e-handlu i operatorzy logistyczni uzupełniają swoją ofertę dla tego segmentu klientów, to nadal jest to usługa dość niszowa w Polsce. Nie oznacza to jednak, że nie ma znaczącego potencjału. Przyglądając się zachodnim rynkom (np. Niemcy, Francja, kraje Beneluksu), należy stwierdzić, że Polska jest obecnie na początku bardzo dynamicznego rozwoju usług *fulfilment*. Rynek ten nie jest jednak dobrze rozpoznany. Brakuje opracowań w formie raportów lub ekspertyz i analiz, obejmujących zarówno firmy świadczące usługi *fulfilment* w Polsce, jak i ich klientów. Warto więc podjąć próbę zagospodarowania tych luk.



Operatorzy fulfilment zajmują szczególne miejsce w łańcuchu dostaw handlu elektronicznego.

Są bowiem podmiotem integrującym procesy logistyczne między sprzedającym, kupującym i dostawcami przesyłek. Stanowią więc tzw. „czwartą stronę” logistyki, 4PL (ang. *Fourth Party Logistics*). Poza koordynacją procesów mogą pełnić funkcję kreatora nowych rozwiązań w zakresie logistycznej obsługi klienta, np. oferując nowe usługi czy ulepszone procesy obsługi klientów. Z uwagi na ich ścisłe relacje z różnymi podmiotami potrzebna jest standaryzacja pracy, procedur, przepływu towarów i informacji. Te ostatnie zapewniają w szczególności standardy GS1.



Badania wykazały, że operatorzy fulfilment są bardzo ważnym ogniwem łańcucha dostaw w handlu elektronicznym.

Wspierają polskie przedsiębiorstwa nie tylko w bieżących operacjach logistycznych, ale także w ich rozwoju. Jest ich ok. 60, ale ich liczba cały czas się zwiększa. Usługi te świadczy coraz więcej firm, które wcześniej zajmowały się podobną działalnością, ale dla innych klientów. Obsługują one głównie sklepy internetowe, których w Polsce jest ok. 31,7 tys., ale także sprzedawców internetowych, których jest nawet kilkukrotnie więcej.

2. Czym jest usługa *fulfilment*?

Usługa *fulfilment* polega na przejęciu części procesów logistycznych od sprzedającego, takich jak:

- przyjmowanie;
- magazynowanie;
- kompletacja;
- pakowanie;
- wysyłka produktów przez operatora zewnętrznego.

Towary zamawiane przez sklep internetowy od dostawców są przesyłane do magazynu takiego operatora, a następnie wysyłane do klienta. W imieniu sklepu internetowego operatorzy zarządzają magazynem, sprawdzają stany magazynowe, przyjmują zamówienia od klientów końcowych, pakują przesyłki, przygotowują dokumenty sprzedaży (np. faktury, pokwitowania) i wysyłki (np. listy przewozowe), dołączają instrukcje



obsługi, pomagają w odprawie celnej, zajmują się zwrotem towarów, współpracują z firmami transportowymi. Obsługują też wiele kanałów sprzedaży i dystrybucji (ang. *omnichannel*). Takie rozwiązania są bardzo elastyczne, ponieważ specjalistyczny operator *fulfilment* jest w stanie dostosować się do zmienności popytu swojego klienta w zależności od jego potrzeb, np. przez zwiększanie lub zmniejszanie powierzchni magazynowej, liczby pracowników. Operator przygotowuje raporty ze swojej działalności na rzecz klienta, np. wielkości

reklama

robotyzowany.pl



PRODUKTY

TECHNOLOGIE

ZROBOTYZOWANY TV

NEWSY

FIRMY

KALENDARIUM
BRANŻOWE

KOOPERATOR

Przemysł ZROBOTYZOWANY

sprzedaży, liczby zwrotów, reklamacji. Niektóre firmy zajmują się nawet naprawami, odświeżaniem i utylizacją zwracanych produktów.



Kluczową działalnością operatorów *fulfilment* są usługi związane z magazynowaniem.

Pomimo dużego potencjału automatyzacji procesów magazynowych nadal istnieje wiele firm (nawet tych największych), które w swojej działalności opierają się głównie na pracy ludzi. Niektóre z nich korzystają z urządzeń ułatwiających pracę w magazynach (np. sortery, przenośniki). W Polsce nie ma jeszcze operatorów *fulfilment* wykorzystujących pełną automatykę, taką jak AutoStore. Wynika to głównie z rachunku ekonomicznego i większej elastyczności „nieautomatyzowanego” podejścia. W szczytowych okresach roku po prostu zatrudnia się dodatkowych pracowników. Z tego powodu ważne jest posiadanie odpowiedniej i skalowalnej infrastruktury, która dostosowuje się do rosnących potrzeb klientów

Podstawową metodą składowania towarów w magazynie przez operatorów *fulfilment* jest umieszczenie ich w „pierwszej wolnej pozycji” w tzw. systemie chaotycznym. Towary nie są ułożone według żadnych logicznych reguł, tj. według rodzaju, wartości, rotacji itp. Po otrzymaniu towaru od nadawcy jest on umieszczany w miejscu, które jest dostępne. Każda lokalizacja (miejsce na palecie, półka) jest opisana, więc przechowywane towary są przypisane do swoich miejsc.



Taki sposób zarządzania zapasami nie byłby możliwy, gdyby nie system informatyczny, który jest zintegrowany z urządzeniami mobilnymi w magazynie.

Pozwala to na szybkie odnalezienie produktu i lepsze wykorzystanie siły roboczej oraz powierzchni magazynowej. Ponadto system informatyczny operatora powinien obsługiwać dodatkowe usługi, takie jak zarządzanie dokumentami, płatnościami i zadłużeniem. Konieczna jest również możliwość integracji systemu z innymi narzędziami dostawców i sklepu internetowego.

Współpracując z klientami, operator *fulfilment* musi być przygotowany na wiele niestandardowych procesów, które mogą się pojawić na każdym etapie realizacji usługi. Na przykład firma powinna być w stanie obsługiwać klientów z wielu branż, które różnią się od siebie specyfiką, np. produkty elektroniczne są często towarami o wysokiej wartości rynkowej, które wymagają dodatkowych procedur bezpieczeństwa. Innym wyzwaniem jest wydłużenie godzin przyjmowania zamówień od klientów. Sklepy internetowe wymagają od dostawców usług *fulfilment*, aby przyjmowali je do późnych godzin i realizowali w tym samym dniu roboczym. Na przykład standardowo zamówienia złożone przed godziną 14:00 zostaną dostarczone następnego dnia roboczego, a klient będzie informowany o statusie swojego zamówienia na każdym etapie. W Omnipack następuje wysyłka zamówień złożonych do godziny 18:00, a w InPost do 20:00 (dla dostaw w ramach sieci InPost).



Ostatnia graniczna godzina jest proponowana przez OEX – 21:00, ale tylko dla ograniczonej liczby zamówień i jednego kuriera (FedEx). Granica ta jest uzależniona od firmy i jej bliskości do sortowni operatora KEP.

Elementy składowe usług *fulfilment*

Oferta operatorów *fulfilment* jest bardzo szeroka i może obejmować wiele dodatkowych usług, do których najczęściej zalicza się:

- kontrolę ilościową i jakościową przyjętych towarów;
- zarządzanie zapasami, ich widoczność, śledzenie i planowanie, kompletację zamówień;
- pakowanie;
- drukowanie etykiet transportowych;
- zarządzanie statusem realizacji zamówienia;
- obsługa *dropshipping*;
- wydruki dokumentów handlowych;
- usługi odroczenia;
- etykietowanie produktów;
- wymiarowanie produktów do prezentacji na stronie www;
- *co-packing*;
- łączenie produktów;
- przepakowywanie;
- gwarancję wysyłki zamówień w dniu złożenia zamówienia;
- automatyczną integrację systemu informatycznego z systemami operatorów KEP;
- dostawę towaru tego samego dnia do największych miast w Polsce (w przypadku składowania towarów w magazynach regionalnych);
- kompleksowe usługi dotyczące zwrotów od klientów;
- odzyskiwanie wartości zwróconych towarów.

Tych usług jest znacznie więcej, ponieważ cały czas pojawiają się nowe potrzeby sprzedawców internetowych. Świadczą je wyspecjalizowane podmioty, które przygotowały swoją ofertę na potrzeby *e-commerce*, ale także coraz częściej firmy dystrybucyjne i logistyczne. ■

Fragment Raportu opracowanego przez Sieć Badawczą Łukasiewicz – Instytut Logistyki i Magazynowania na zlecenie GS1 Polska pod merytoryczną opieką dr. hab. Arkadiusza Kawy

Rodzaje gniazd montażowych

Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk

Gniazdo montażowe z nieruchomym stołem i jednym robotem

W gnieździe montażowym z jednym robotem i nieruchomym stołem (rys. 1) robot (R) pobiera zorientowane części z magazynów i montuje je na przyrządzie montażowym (PM) umiejscowionym na nieruchomym stole, skąd gotowy podzespół lub wyrób jest odkładany do pojemnika. W czasie montażu bardziej złożonych zespołów w konfiguracji zrobotyzowanego stanowiska montażowego jest stosowany układ więcej niż jednego chwytaka montowanego na robocie lub system wymiany narzędzi (SWN). Opcjonalnie stanowisko może być wyposażone w takie elementy sensoryczne, jak czujnik siły czy czujnik wizyjny sprawdzający poprawność montażu.

Gniazdo montażowe z nieruchomym stołem, jednym robotem i urządzeniem technologicznym

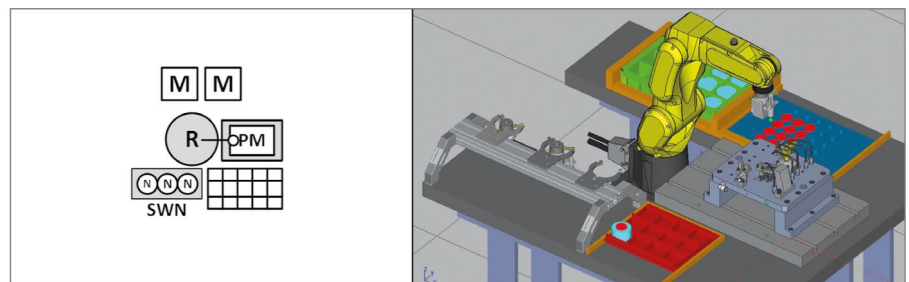
W gnieździe montażowym z nieruchomym stołem, jednym robotem i urządzeniem technologicznym (rys. 2) robot (R) pobiera zorientowane części z magazynów i montuje je na przyrządzie montażowym (PM) umiejscowionym na nieruchomym stole, skąd następnie robot przekazuje złożony wyrób do urządzenia technologicznego (UT), które wykonuje zabieg łączenia i, jeśli to konieczne, ponownie przekazuje do przyrządu (PM) w celu zakończenia procesu montażu.

Gotowy podzespół lub wyrób jest odkładany do pojemnika. W czasie montażu bardziej złożonych zespołów w konfiguracji zrobotyzowanego stanowiska montażowego jest stosowany system wymiany narzędzi (SWN). Opcjonalnie stanowisko może być wyposażone w czujnik siły (montowany na stole lub na robocie bezpośrednio przed chwytakiem), czujnik wizyjny lub system wizyjny sprawdzający poprawność montażu.

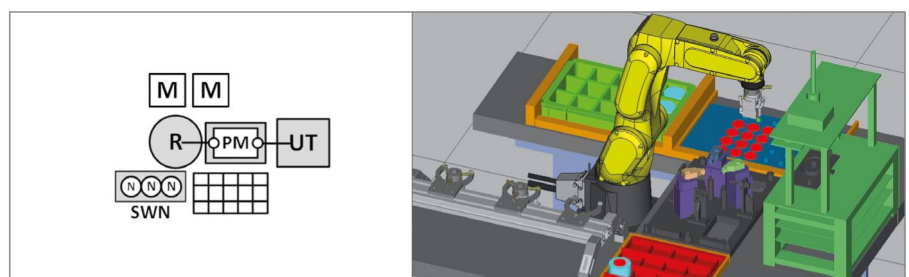
Gniazdo montażowe z nieruchomym stołem, jednym lub dwoma robotami i przenośnikiem

W celu zwiększenia wydajności lub w przypadku dużej rozbieżności gabarytów i masy montowanych części i podzespołów można stosować dwa lub więcej robotów (rys. 3). Roboty (R_1) i/lub (R_2) pobierają zorientowane części lub podzespoły z magazynów (M) i montują je na przyrządzie montażowym (PM) znajdującym się na nieruchomym stole. Po

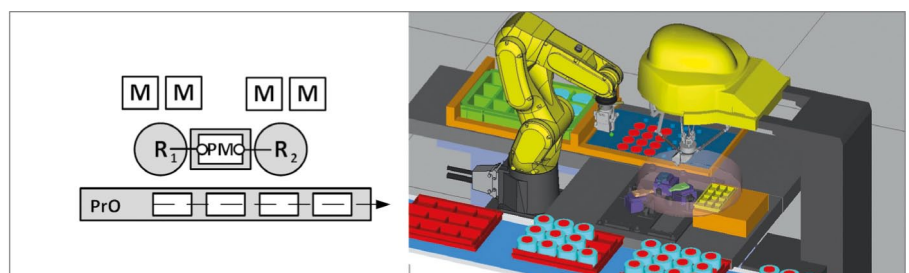
zmontowaniu wyrób jest odkładany na przenośnik odprowadzający (PrO). Podobnie jak we wcześniejszych przypadkach, stanowisko może być wyposażone w czujnik siły oraz czujniki wizyjne lub system wizyjny monitorujący poprawność procesu montażu. W przypadku dwóch i więcej robotów w gnieździe rzadziej stosuje się system wymiany narzędzi, wykorzystując zamiast tego układy dwóch i więcej chwytaków montowanych na robocie.



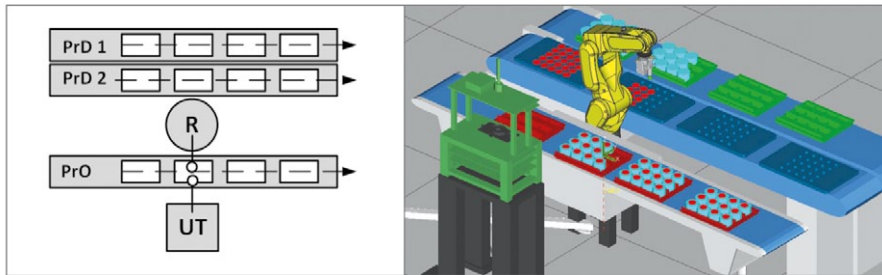
Rys. 1. Gniazdo montażowe z nieruchomym stołem i jednym robotem



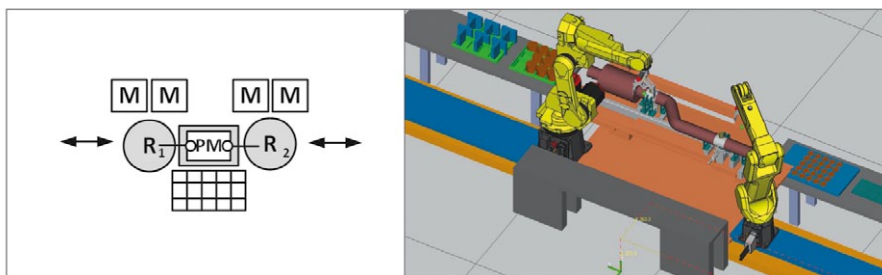
Rys. 2. Gniazdo montażowe z nieruchomym stołem, jednym robotem i urządzeniem technologicznym



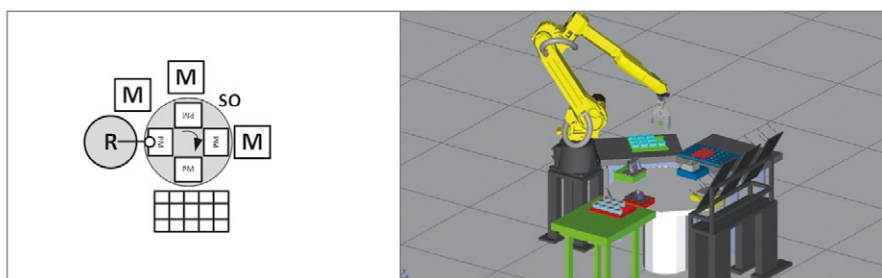
Rys. 3. Gniazdo montażowe z nieruchomym stołem, jednym lub dwoma robotami i przenośnikiem



Rys. 4. Gniazdo montażowe z jednym robotem i przenośnikami



Rys. 5. Gniazdo montażowe z nieruchomym stołem i dwoma robotami umieszczonymi na osiach zewnętrznych lub na platformach mobilnych



Rys. 6. Gniazdo montażowe z obrotowym stołem karuzelowym i z jednym robotem

Gniazdo montażowe z jednym robotem i przenośnikami

W gnieździe montażowym z jednym robotem i przenośnikami (rys. 4) robot (R) pobiera zorientowane części z jednego przenośnika (PrD1) lub dwóch przenośników (PrD1) i (PrD2) i montuje je na przenośniku odprowadzającym (PrO). W skład zrobotyzowanego stanowiska montażowego mogą również wchodzić urządzenia technologiczne (UT) wykonujące zabieg łączenia. W tego typu rozwiązaniach często są wykorzystywane rozwiązania pozwalające na synchronizację ruchu robota oraz przenośników, jak również układy więcej niż jednego chwytaka montowanego na robocie. Stanowisko może być wyposażone w czujniki lub

system wizyjny monitorujący poprawność procesu montażu.

Gniazdo montażowe z nieruchomym stołem i dwoma robotami umieszczonymi na osiach zewnętrznych lub na platformach mobilnych

W przypadku montażu wyrobów o dużych gabarytach wykorzystuje się roboty montowane na osiach zewnętrznych (szyny umieszczone na podłożu lub w postaci toru podwieszonego) lub też stosuje się roboty mobilne (rys. 5). Roboty (R_1 i R_2) pobierają części z magazynów (M) i montują je w wyrobie znajdującym się na przyrządzie (PM), na nieruchomym stole. Po zmontowaniu

wyrób jest odkładany na miejsce, z którego może być następnie odebrany jako podzespół lub wyrób gotowy. Stanowisko może być wyposażone w czujnik siły oraz czujniki wizyjne lub system wizyjny monitorujący poprawność procesu montażu, które ze względu na gabaryty montowanego wyrobu często są instalowane na manipulatorze robota (w okolicach chwytaka).

Gniazdo montażowe z obrotowym stołem karuzelowym i z jednym robotem

W gnieździe montażowym z obrotowym stołem karuzelowym i z jednym robotem (rys. 6) robot (R) pobiera zorientowane części z magazynów (M), montuje je na kolejnych przyrządach montażowych (PM) znajdujących się na stole obrotowym (SO). Po zmontowaniu wyrób jest przekazywany do pojemnika odprowadzającego (POO). Stanowisko może być wyposażone w czujniki lub system wizyjny monitorujący poprawność procesu montażu, który jest instalowany albo nad stanowiskiem przyrządu montażowego obsługiwanego przez robota, albo bezpośrednio na manipulatorze robota (w okolicach chwytaka). Jeśli proces montażu wymaga wykorzystania czujnika siły, to jest on montowany na robocie bezpośrednio przed chwytakiem.

Gniazdo montażowe z obrotowym stołem, kilkoma robotami, urządzeniem technologicznym i przenośnikiem

W gnieździe montażowym z obrotowym stołem, kilkoma robotami, urządzeniem technologicznym i przenośnikiem (rys. 7) roboty (R_1 i R_3) pobierają zorientowane części z magazynów (M), montują je na kolejnych przyrządach montażowych (PM) znajdujących się na stole obrotowym (SO). Rozwiązanie to jest stosowane w przypadku dużej różnorodności gabarytów i masy montowanych części i podzespołów, jak również wtedy, gdy potrzebne jest wykorzystanie różnych chwytaków do części i podzespołów (brak czasu na wymianę i brak możliwości integracji kilku chwytaków na manipulatorze robota). Urządzenie technologiczne (UT) realizujące zabieg

łączenia może zostać zastąpione przez robota. Robot (R_2) odkłada zmontowane podzespoły lub wyroby na przenośnik (PrO). Stanowisko może być wyposażone w czujniki lub system wizyjny monitorujący poprawność procesu montażu.

Ze względu na złożoność stanowiska i wielkość montowanych części i podzespołów system wizyjny lub czujnik wizyjny są instalowane albo na każdym robocie, albo nad przyrządem montażowym.

Szeregowy – gniazdowy system montażowy

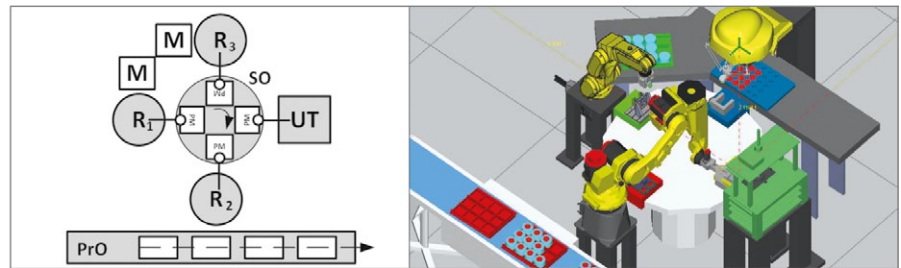
W przypadku konieczności rozbitcia procesu montażu na więcej niż jedno gniazdo stanowiska montażowe są usytuowane liniowo i tworzą szeregowy system montażowy (rys. 8). Każde gniazdo montażowe składające się z robota (R), magazynów (M) i przyrządu montażowego (PM) wykonuje jedno lub, jeśli jest to możliwe, dwa zadania montażowe. Montowany wyrób jest przenoszony ze stanowiska do stanowiska za pomocą przenośników (PrO). Monitoring poprawności procesu montażu jest realizowany w każdym gnieździe i w zależności od złożoności odbywa się to z wykorzystaniem czujników siły oraz czujników wizyjnych lub systemu wizyjnego.

Linia montażowa

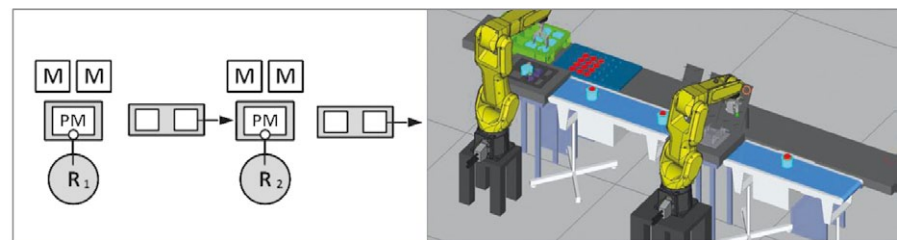
W przypadku produkcji masowej konfiguracja stanowiska ma postać linii montażowej (rys. 9). W każdym stanowisku montażowym znajdują się roboty (R_1 – R_n) pracujące synchronicznie i magazyny (M) z częściami przeznaczonymi do poszczególnych stanowisk. Na pozycjach roboczych przenośnika są instalowane przyrządy montażowe (PM), w których poszczególne roboty realizują proces częściowego montażu. Jeśli jest to konieczne, w pozycjach montażowych przenośnika mogą być umieszczone urządzenia technologiczne (UT) realizujące zabieg łączenia. W przypadku linii montażowej standardem jest pełna synchronizacja zadań wykonywanych przez roboty z przenośnikiem (PrO) pełniącym funkcję taśmy montażowej (TM).

Podsumowanie

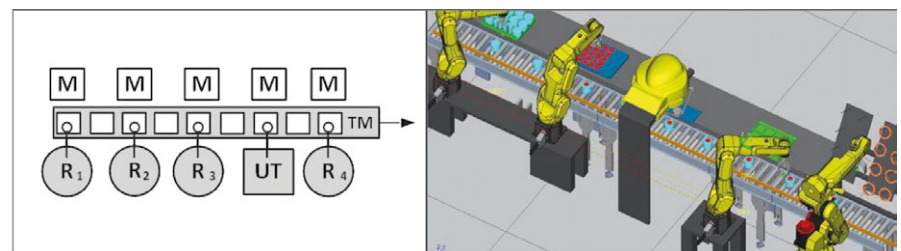
Zrobotyzowany montaż stanowi jeden z najbardziej złożonych procesów



Rys. 7. Gniazdo montażowe z obrotowym stołem, kilkoma robotami, urządzeniem technologicznym i przenośnikiem



Rys. 8. Szeregowy – gniazdowy system montażowy



Rys. 9. Linia montażowa

podlegający robotyzacji. Nie da się w sposób jednoznaczny dobrać zestawu uniwersalnych elementów, ponieważ dobór ten jest wypadkową charakteru montowanych części i podzespołów, jak również technologii łączenia oraz gabarytów części i podzespołów. Zrobotyzowany montaż obejmuje zarówno montaż drobnych elementów, na przykład pamięć USB, jak i montaż części karoserii samochodów. W każdym przypadku są wykorzystywane roboty o udźwigu od 0,5 do 1500 kg. Nie zmienia to faktu, że proces ten jest nieodzownym elementem procesu wytwarzania większości dóbr technicznych dostępnych na rynku. W związku z wprowadzeniem robotów kolaboracyjnych proces zrobotyzowanego montażu jest wykorzystywany na wielu stanowiskach, na których pracowali i pracują ludzie. Ma to na celu

odciążenie pracowników i doprowadzenie do tego, aby ich praca była łatwiejsza dzięki wsparciu ze strony robotów współpracujących. ■

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

Fragment pochodzi z książki:
Robotyzacja procesów produkcyjnych
 W. Kaczmarek, J. Panasiuk
 Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017

Zestawienie wybranych firm działających w branży opakowaniowej i wagarskiej

Dane firmy	Profil działalności
Aparatura kontrolno-pomiarowa; systemy sterowania i kontroli procesu	
<p>AXIS Sp. z o.o. ul. Kartuska 375 B 80-125 Gdańsk</p>	<p>tel. 58 320 63 01 fax 58 320 63 00 e-mail: axis@axis.pl www.axis.pl</p> <p>Oferujemy szeroki asortyment wag własnej produkcji, przeznaczonych do laboratoriów i przemysłu, gdzie stawiane są najwyższe wymagania co do niezawodności i odporności na narażenia środowiskowe. Ponadto oferujemy systemy dozujące, wielostanowiskowy system zbierania danych, system drukowania etykiet oraz system kontroli masy netto towarów paczkowanych. Produkujemy także siłomierze.</p>
<p>Minebea Intec Poland Sp. z o.o. ul. Wrzesińska 70 62-025 Kostrzyn</p>	<p>tel. 61 656 02 98 biuro.pl@minebea-intec.com www.minebea-intec.com</p> <p>Minebea Intec oferuje szeroką gamę urządzeń, rozwiązań oraz usług wspierających procesy produkcyjne, takich jak wagi platformowe, wagi do zbiorników procesowych, automatyczne wagi kontrolne i urządzenia do detekcji ciał obcych – detektory metali i systemy kontroli rentgenowskiej, a także systemy ważąco-etykietujące, oprogramowanie do statystycznej kontroli procesu i recepturowania. Minebea Intec jest częścią grupy MinebeaMitsumi.</p>
<p>PACKSOL Ryszard Warczyński ul. Odonica 2 62-200 Gniezno</p>	<p>tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 ryszard.warczyński@packsol.pl www.packsol.pl</p> <p>Wagi kontrolne, wykrywacze X-Ray, wykrywacze metalu, dozowniki wagowe, pionowe i poziome maszyny pakujące, pakowanie w kartony różnych typów oraz robotyka i systemy paletyzujące. Przedstawicielstwo firm: PRISMA, PFM/MBP, IMBALL, FUTURA ROBOTICA, MF.</p>
<p>RHL-SERVICE ul. Budziszewska 74 60-179 Poznań</p>	<p>tel. 61 868 91 36 fax 61 863 01 22 e-mail: sekretariat@rhl.pl www.rhl.pl</p> <p>Firma zajmuje się sprzedażą i serwisem reometrów, wiskozymetrów, wyciączek laboratoryjnych termostatów i łaźni wodnych oraz olejowych Thermo Scientific, a także sprzedażą spektrometrów i minispektrometrów NMR i EPR oraz systemów obrazowania przedklinicznego MRI firmy BRUKER Biospin. Prowadzimy seminaria, warsztaty reologiczne oraz szkolenia z zakresu obsługi sprzętu. Posiadamy certyfikat ISO 9001: 2015.</p>
<p>SIMEX Sp. z o.o. ul. Wielopole 11 80-556 Gdańsk</p>	<p>tel. 58 762 07 77 e-mail: info@simex.pl www.simex.pl</p> <p>Producent i dystrybutor aparatury kontrolno-pomiarowej. Wykonywanie pełnego zakresu aplikacji wagowych dla zbiorników zaprojektowanych w oparciu o czujniki wagowe koncernu Vishay Precision Group (VPG).</p>

Aparatura kontrolno-pomiarowa; systemy sterowania i kontroli procesu (cd.)

SKAMER-ACM Sp. z o.o. ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów	tel. 14 632 34 00 e-mail: skamer@skamer.pl www.skamer.pl	SKAMER-ACM to sprawdzony partner w pomiarach i automatyce przemysłowej. Zakres działalności obejmuje: <ul style="list-style-type: none"> • projektowanie, programowanie, montaż, rozruch i serwis; • sprzedaż elementów automatyki, osprzętu elektrycznego i armatury przemysłowej; • pomiary punktu rosy, wilgotności względnej i zawartości tlenu; • poprawę efektywności energetycznej; • systemy monitoringu energii oraz zarządzania produkcją; • odnawialne źródła energii; • kompleksową realizację systemów detekcji pożaru w szafach sterowniczych; • audyty, opracowania i ekspertyzy specjalistyczne.
Zinner Wagi i Systemy Wagowe ul. Kopanina 2 60-105 Poznań	tel. kom. 601 772 441 e-mail: info@zinner.pl www.zinner.pl	Oferujemy wagi, dozujące systemy wagowe, wagi przemysłowe i zbiornikowe. Części do wag – tensometry (czujniki) wagowe, zestawy montażowe, elektronikę wagową. Siłomierze i maszyny wytrzymałościowe do pomiarów siły nacisku i ciągu, do testowania produktów. Indywidualne rozwiązania i spawanie konstrukcji.

Aplikacje oprogramowań dla przemysłu

Minebea Intec Poland Sp. z o.o. ul. Wrzesińska 70 62-025 Kostrzyn	tel. 61 656 02 98 biuro.pl@minebea-intec.com www.minebea-intec.com	Minebea Intec oferuje szeroką gamę urządzeń, rozwiązań oraz usług wspierających procesy produkcyjne, takich jak wagi platformowe, wagi do zbiorników procesowych, automatyczne wagi kontrolne i urządzenia do detekcji ciał obcych – detektory metali i systemy kontroli rentgenowskiej, a także systemy ważąco-etykietujące, oprogramowanie do statystycznej kontroli procesu i recepturowania. Minebea Intec jest częścią grupy MinebeaMitsumi.
--	--	---

Maszyny do produkcji opakowań

POLPAK Sp. z o.o. ul. Kabrioletu 4 03-117 Warszawa	tel. 22 614 49 48 fax 22 814 36 36 e-mail: polpak@polpak.pl www.polpak.pl	POLPAK Producent Maszyn Pakujących Firma Polpak od 30 lat zajmuje się produkcją maszyn i linii pakujących, dopasowanych do indywidualnych potrzeb Klienta. Niezależnie od tego, czy pakujesz płynne, sypkie czy kawałkowe produkty – zawsze znajdziemy rozwiązanie. Oferujemy: <ul style="list-style-type: none"> • automaty poziome typu doypack z systemem wklejania korka lub zamknięcia strunowego zipper; • automaty pionowe; • kompletne linie pakujące (pakowanie w tacki, słoje, wiadra); • Case Packery; • pakowanie w worki; • dozowniki. Zapraszamy do współpracy!
---	--	--

Maszyny etykietujące, znakujące

COMP SA Oddział Nowy Sącz NOVITUS – Centrum Technologii Sprzedaży ul. Nawojowska 118 33-300 Nowy Sącz	tel. 18 444 00 20 fax 18 444 07 90 e-mail: info@novitus.pl www.novitus.pl	NOVITUS oferuje innowacyjne rozwiązania dla przemysłu oparte na wagach dynamicznych. Są to usprawniające proces produkcyjny ręczne lub automatyczne systemy ważąco-etykietujące. Dużym atutem są także, wykorzystywane do sortowania produktów, dyskryminatory i klasyfikatory produktów według masy.
SKK S.A. ul. Gromadzka 54 A 30-719 Kraków	tel. 12 293 27 00 zapytanie@skkglobal.com http://skkglobal.com	Nasza firma specjalizuje się w dostarczaniu kompleksowych rozwiązań usprawniających gospodarkę magazynową i rejestrację produkcji oraz specjalistyczne systemy znakowania. Oferujemy etykieciarki, drukarki etykiet, czytniki kodów oraz oprogramowania do projektowania etykiet i zarządzania magazynem. Jesteśmy producentem i dostawcą materiałów eksploatacyjnych, taśm i przywieszek.

Maszyny i urządzenia pakujące		
<p>BEHN + BATES ul. Kolejowa 3 Bielany Wrocławskie 55-040 Kobierzyce</p>	<p>tel. 71 796 02 04 fax 71 796 02 05 e-mail: htr@haverboecker.com www.haverpolska.pl www.behnbates.com</p>	<p>Produkcja automatycznych maszyn pakujących.</p>
<p>Gózdź Jan Eureka Grupa. Inżynieria Spożywcza. Doradztwo i projektowanie ul. Rapackiego 19 20-150 Lublin</p>	<p>tel. 602 773 252 eurekainz@eurekainz.pl www.eurekainz.pl</p>	<p>Oferujemy innowacyjne rozwiązania dla przemysłu spożywczego i ochrony środowiska, w tym dozowniki celkowe w zakresie wydajności od 0,027 do 158 dm³/1 obrót wirnika do zasilania transportu wewnętrznego, dozowniki śrubowe, depozytory w liniach technologicznych, transport pneumatyczny, przenośniki cięgnowe, suszarki fluidyzacyjne, linie do mikronizacji ziaren zbóż i płatków, prażak fluidyzacyjny do nasion oleistych oraz inne na indywidualne zamówienie.</p>
<p>Fenix Systems Sp. z o.o. ul. Długa 40 Moczydłów 05-530 Góra Kalwaria</p>	<p>tel. 22 715 52 53 e-mail: biuro@fenixsystems.eu www.fenixsystems.eu</p>	<p>Kompletne linie do pakowania i systemy kontroli jakości. Systemy podawania, naważarki wielogłowicowe, wagi kontrolne, wykrywacze metali, X-Ray, kartoniarki, systemy paletyzacji, wózki widłowe LGV. Zapewniamy: ofertę, projekt, dostawę, montaż, serwis.</p>
<p>HAYER & BOECKER POLSKA Sp. z o.o. ul. Kolejowa 3 Bielany Wrocławskie 55-040 Kobierzyce</p>	<p>tel. 71 796 02 04 fax 71 796 02 05 e-mail: htr@haverboecker.com www.haverpolska.pl www.haverboecker.com</p>	<p>Produkcja automatycznych maszyn pakujących.</p>
<p>MOSCA DIRECT POLAND Sp. z o.o. ul. Płowiecka 105/107 04-501 Warszawa</p>	<p>tel. 22 870 00 33 fax 22 201 18 41 mdpinfo@mosca.com www.mosca.com</p>	<p>MOSCA – niemiecki producent wysokiej klasy wiązarek do zabezpieczania towaru za pomocą taśm PP i PET. OFERTA: wiązarki półautomatyczne; wiązarki automatyczne; prasy do palet i foliarki – możliwość integracji z linią produkcyjną; taśmy wiążące PP i PET; części zamienne do wiązarek Mosca; autoryzowany serwis. OBSŁUGIWANE BRANŻE: producenci tektury falistej i opakowań; logistyka i handel wysyłkowy; poligrafia i kolportaż; przemysł spożywczy – wiązarki ze stali nierdzewnej; przemysł farmaceutyczny; materiały budowlane i ceramika</p>
<p>PACKSOL Ryszard Warczyński ul. Odonica 2 62-200 Gniezno</p>	<p>tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 ryszard.warczyński@packsol.pl www.packsol.pl</p>	<p>Wagi kontrolne, wykrywacze X-Ray, wykrywacze metalu, dozowniki wagowe, pionowe i poziome maszyny pakujące, pakowanie w kartony różnych typów oraz robotyka i systemy paletyzujące. Przedstawicielstwo firm: PRISMA, PFM/MBP, IMBALL, FUTURA ROBOTICA, MF.</p>

Maszyny i urządzenia pakujące (cd.)		
<p>POLPAK Sp. z o.o. ul. Kabrioletu 4 03-117 Warszawa</p>	<p>tel. 22 614 49 48 fax 22 814 36 36 e-mail: polpak@polpak.pl www.polpak.pl</p>	<p>POLPAK Producent Maszyn Pakujących Firma Polpak od 30 lat zajmuje się produkcją maszyn i linii pakujących, dopasowanych do indywidualnych potrzeb Klienta. Niezależnie od tego, czy pakujesz płynne, sypkie czy kawałkowe produkty – zawsze znajdziemy rozwiązanie. Oferujemy:</p> <ul style="list-style-type: none"> • automaty poziome typu doypack z systemem wklejania korka lub zamknięcia strunowego zipper; • automaty pionowe; • kompletne linie pakujące (pakowanie w tacki, słoje, wiadra); • Case Packery; • pakowanie w worki; • dozowniki. <p>Zapraszamy do współpracy!</p>
<p>Teccon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno</p>	<p>tel. 721 160 200 michal.reformat@teccon.pl www.teccon.pl</p>	<p>Producent maszyn pakujących. Firma Teccon zajmuje się automatyzacją procesów produkcyjnych. W oparciu o nowoczesne technologie optymalizuje oraz poprawia efektywność procesów produkcji. W ofercie firmy znajdują się kartoniarki, formierki kartonów i tacek, paletyzatory, transportery oraz maszyny dedykowane – „szyte na miarę”.</p>
<p>ULMA PACKAGING POLSKA Sp. z o.o. ul. Sikorskiego 6 B 05-119 Łąjski</p>	<p>tel. 22 766 22 50 biuro@ulmapackaging.pl www.ulmapackaging.pl</p>	<p>Ulma Packaging Polska sprzedaje i serwisuje w Polsce cały asortyment maszyn produkowanych przez Ulma Packaging. Ponadto oferuje urządzenia peryferyjne, tworząc kompletne linie pakujące. Rozwiązania Ulma Packaging przeznaczone są do pakowania produktów spożywczych i niespożywczych. Ulma Packaging produkuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • maszyny typu FLOW PACK; • maszyny typu TRAYSEALER; • maszyny rolowe; • maszyny pionowe; • maszyny do pakowania w folię stretch i folię termokurczliwą.
Maszyny napełniające i zamykające		
<p>FEIGE FILLING GmbH ul. Kolejowa 3 Bielany Wrocławskie 55-040 Kobierzyce</p>	<p>tel. 71 796 02 04 fax 71 796 02 05 e-mail: htr@haverboecker.com www.haverpolska.pl www.feige.com</p>	<p>Produkcja automatycznych stacji napełniających.</p>
<p>POLPAK Sp. z o.o. ul. Kabrioletu 4 03-117 Warszawa</p>	<p>tel. 22 614 49 48 fax 22 814 36 36 e-mail: polpak@polpak.pl www.polpak.pl</p>	<p>POLPAK Producent Maszyn Pakujących Firma Polpak od 30 lat zajmuje się produkcją maszyn i linii pakujących, dopasowanych do indywidualnych potrzeb Klienta. Niezależnie od tego, czy pakujesz płynne, sypkie czy kawałkowe produkty – zawsze znajdziemy rozwiązanie. Oferujemy:</p> <ul style="list-style-type: none"> • automaty poziome typu doypack z systemem wklejania korka lub zamknięcia strunowego zipper; • automaty pionowe; • kompletne linie pakujące (pakowanie w tacki, słoje, wiadra); • Case Packery; • pakowanie w worki; • dozowniki. <p>Zapraszamy do współpracy!</p>

Opakowania i materiały opakowaniowe		
<p>Polpak Sp. z o.o. (oddział Polpak Packaging) ul. Czarodzieja 16 03-116 Warszawa</p>	<p>tel. 22 752 34 23 fax 22 752 34 77 e-mail: biuro@polpak.pl www.packaging.polpak.pl</p>	<p>Polpak Packaging oferuje zamknięcia do opakowań: spryskiwacze, spieniacze, mini triggery oraz nakrętki typu: disc top, flip top i push-pull; atomizery, dozowniki spieniające oraz opakowania kosmetyczne: airless, słoje, a także kroplomierze wraz ze szklanymi butelkami. Oferujemy również poliolefinowe folie termokurczliwe w różnych szerokościach i grubościach, w opcji półrękawa lub taśmy.</p>
Systemy napędowe maszyn/komponenty		
<p>Fatek Polska Sp. z o.o. ul. Siwka 11 31-588 Kraków</p>	<p>tel. kom 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 usługi w zakresie doradztwa technicznego, doboru komponentów oraz pełnego wsparcia dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia.</p>
<p>MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 A 31-553 Kraków</p>	<p>tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 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>
Systemy transportu wewnętrznego		
<p>steute Polska Al. Wilanowska 321 02-665 Warszawa</p>	<p>tel. 22 843 08 20 e-mail: info@steute.pl www.steute.pl</p>	<p>Niemiecka firma steute oferuje m.in. wyłączniki linkowe bezpieczeństwa, czujniki zbiegania taśmy przenośników, wyłączniki nożne oraz podzespoły systemów bezpieczeństwa maszyn. Dostępne są również wyłączniki, czujniki i kasety sterownicze w wersji przeciw-wybuchowej Ex (ATEX) oraz do pracy w ekstremalnych warunkach (wysoka/niska temperatura, środowisko agresywne, zapylenie, duża wilgotność).</p>
<p>Teccon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno</p>	<p>tel. 721 160 200 michal.reformat@teccon.pl www.teccon.pl</p>	<p>Producent maszyn pakujących. Firma Teccon zajmuje się automatyzacją procesów produkcyjnych. W oparciu o nowoczesne technologie optymalizuje oraz poprawia efektywność procesów produkcji. W ofercie firmy znajdują się kartoniarki, formierki kartonów i tacek, paletyzatory, transportery oraz maszyny dedykowane – „szyte na miarę”.</p>
Systemy pakowania zbiorczego		
<p>PACKSOL Ryszard Warczyński ul. Odonica 2 62-200 Gniezno</p>	<p>tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 ryszard.warczynski@packsol.pl www.packsol.pl</p>	<p>Wagi kontrolne, wykrywacze X-Ray, wykrywacze metalu, dozowniki wagowe, pionowe i poziome maszyny pakujące, pakowanie w kartony różnych typów oraz robotyka i systemy paletyzujące. Przedstawicielstwo firm: PRISMA, PFM/MBP, IMBALL, FUTURA ROBOTICA, MF.</p>

Systemy pakowania zbiorczego (cd.)		
<p>POLPAK Sp. z o.o. ul. Kabrioletu 4 03-117 Warszawa</p>	<p>tel. 22 614 49 48 fax 22 814 36 36 e-mail: polpak@polpak.pl www.polpak.pl</p>	<p>POLPAK Producent Maszyn Pakujących Firma Polpak od 30 lat zajmuje się produkcją maszyn i linii pakujących, dopasowanych do indywidualnych potrzeb Klienta. Niezależnie od tego, czy pakujesz płynne, sypkie czy kawałkowe produkty – zawsze znajdziemy rozwiązanie. Oferujemy:</p> <ul style="list-style-type: none"> • automaty poziome typu doypack z systemem wklejania korka lub zamknięcia strunowego zipper; • automaty pionowe; • kompletne linie pakujące (pakowanie w tacki, słoje, wiadra); • Case Packery; • pakowanie w worki; • dozowniki. <p>Zapraszamy do współpracy!</p>
<p>Tecon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno</p>	<p>tel. 721 160 200 michał.reformat@tecon.pl www.tecon.pl</p>	<p>Producent maszyn pakujących. Firma Tecon zajmuje się automatyzacją procesów produkcyjnych. W oparciu o nowoczesne technologie optymalizuje oraz poprawia efektywność procesów produkcji. W ofercie firmy znajdują się kartoniarki, formierki kartonów i tacek, paletyzatory, transportery oraz maszyny dedykowane – „szyte na miarę”.</p>
Systemy, urządzenia ważące i dozujące		
<p>PH-U BRINPOL Jarosław Brinken ul. Królewska 35 05-502 Bogatki</p>	<p>tel. 22 757 36 51 kom. 501 041 986 e-mail: brinpol@brinpol.com.pl www.brinpol.com.pl</p>	<p>Dozowniki materiałów sypkich firmy HETHON. Precyzyjne podawanie proszków, granulatów, barwników, ziaren. Dozowanie materiałów zbrylających się i zawieszających się. Wydajność 0,015–20 000 l/h. System szybkiego demontażu do czyszczenia zbiornika. Łatwa wymiana ślimaka i dyszy. Zastosowanie w przemyśle tworzyw sztucznych, spożywczym, chemicznym, farmaceutycznym, szklarskim, gumowym, lakierniczym, w oczyszczalniach ścieków itd.</p>
<p>COMP SA Oddział Nowy Sącz NOVITUS – Centrum Technologii Sprzedaży ul. Nawojowska 118 33-300 Nowy Sącz</p>	<p>tel. 18 444 00 20 fax 18 444 07 90 e-mail: info@novitus.pl www.novitus.pl</p>	<p>NOVITUS oferuje innowacyjne rozwiązania dla przemysłu oparte na wagach dynamicznych. Są to usprawniające proces produkcyjny ręczne lub automatyczne systemy ważąco-etykietujące. Dużym atutem są także, wykorzystywane do sortowania produktów, dyskryminatory i klasyfikatory produktów według masy.</p>
<p>ELWAG Sp. z o.o. ul. Kościuszki 1 C 44-100 Gliwice</p>	<p>tel./fax 32 331 37 11 tel. kom. 601 894 376 e-mail: biuro@elwag.pl www.elwag.pl</p>	<p>Certyfikowany partner firmy Minebea Intec – sprzedaż, serwis. Przemysłowe wagi zbiornikowe, platformowe – technologiczne i legalizowane. Systemy dozujące. Projektowanie, wykonawstwo, uruchomienie. Sterowanie procesami przemysłowymi.</p>
<p>Fenix Systems Sp. z o.o. ul. Długa 40 Moczydłów 05-530 Góra Kalwaria</p>	<p>tel. 22 715 52 53 e-mail: biuro@fenixsystems.eu www.fenixsystems.eu</p>	<p>Kompletne linie do pakowania i systemy kontroli jakości. Systemy podawania, naważarki wielogłowicowe, wagi kontrolne, wykrywacze metali, X-Ray, kartoniarki, systemy paletyzacji, wózki widłowe LGV. Zapewniamy: ofertę, projekt, dostawę, montaż, serwis.</p>

Systemy, urządzenia ważące i dozujące (cd.)		
<p>Jesma Sp. z o.o. ul. Kopanina 34 60-105 Poznań</p>	<p>tel. kom. 722 011 022 e-mail: mtr@jesma.com www.jesma.com</p>	<p>Jesma – tworzy, produkuje i sprzedaje wagi i systemy wagowe do statycznego, dynamicznego i ciągłego ważenia. Wysoka jakość jest oczywistą cechą każdego dostarczanego systemu. Techniki ważenia i dozowania to specjalność firmy, której produkty są zawsze projektowane przy szczególnej dbałości o ich niezawodność, elastyczność i funkcjonalność.</p>
<p>Minebea Intec Poland Sp. z o.o. ul. Wrzesińska 70 62-025 Kostrzyn</p>	<p>tel. 61 656 02 98 biuro.pl@minebea-intec.com www.minebea-intec.com</p>	<p>Minebea Intec oferuje szeroką gamę urządzeń, rozwiązań oraz usług wspierających procesy produkcyjne, takich jak wagi platformowe, wagi do zbiorników procesowych, automatyczne wagi kontrolne i urządzenia do detekcji ciał obcych – detektory metali i systemy kontroli rentgenowskiej, a także systemy ważąco-etykietujące, oprogramowanie do statystycznej kontroli procesu i recepturowania. Minebea Intec jest częścią grupy MinebeaMitsumi.</p>
<p>PACKSOL Ryszard Warczyński ul. Odonica 2 62-200 Gniezno</p>	<p>tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 ryszard.warczyński@packsol.pl www.packsol.pl</p>	<p>Wagi kontrolne, wykrywacze X-Ray, wykrywacze metalu, dozowniki wagowe, pionowe i poziome maszyny pakujące, pakowanie w kartony różnych typów oraz robotyka i systemy paletyzujące. Przedstawicielstwo firm: PRISMA, PFM/MBP, IMBALL, FUTURA ROBOTICA, MF.</p> <p>POLPAK Producent Maszyn Pakujących Firma Polpak od 30 lat zajmuje się produkcją maszyn i linii pakujących, dopasowanych do indywidualnych potrzeb Klienta. Niezależnie od tego, czy pakujesz płynne, sypkie czy kawałkowe produkty – zawsze znajdziemy rozwiązanie.</p> <p>Oferujemy:</p> <ul style="list-style-type: none"> • automaty poziome typu doypack z systemem wklejania korka lub zamknięcia strunowego zipper; • automaty pionowe; • kompletne linie pakujące (pakowanie w tacki, słoje, wiadra); • Case Packery; • pakowanie w worki; • dozowniki. <p>Zapraszamy do współpracy!</p>
<p>PPU „PROTON elektronik” Edward Flisak ul. Kożuchowska 35 A 65-364 Zielona Góra</p>	<p>tel. 68 320 43 63 fax 68 320 43 63 protonelektronik@protonelektronik.pl www.protonelektronik.pl</p>	<p>Systemy automatycznego naważania, systemy naważania przedmiotów, wagi przemysłowe, wagi automatyczne: automatyzacja linii granulacji, systemy sterowania i wizualizacji, automatyka przemysłowa. Budowa, wyposażenie i automatyzacja przetwórnicy pasz.</p>
<p>SIMEX Sp. z o.o. ul. Wielopole 11 80-556 Gdańsk</p>	<p>tel. 58 762 07 77 e-mail: info@simex.pl www.simex.pl</p>	<p>Producent i dystrybutor aparatury kontrolno-pomiarowej. Wykonywanie pełnego zakresu aplikacji wagowych dla zbiorników, zaprojektowanych w oparciu o czujniki wagowe koncernu Vishay Precision Group (VPG).</p>

Systemy, urządzenia ważące i dozujące (cd.)		
<p>UTILCELL, s.r.o. Nam. V. Mrstika 40 CZ-664 81 Ostrovacice (Brno) Czech Republic</p>	<p>tel. kom +48 511 421 118 e-mail: p.dustet@utilcell.com www.utilcell.pl</p>	<p>UTILCELL – hiszpański producent przetworników tensometrycznych, akcesoriów montażowych oraz nowoczesnych mierników wagowych. Ponad 40 lat doświadczenia. Jesteśmy w pierwszej trójce największych producentów w Europie. Gwarantujemy wysoką jakość, powtarzalność oraz krótkie terminy realizacji. Posiadamy przedstawicielstwo w Polsce.</p>
<p>Zinner Wagi i Systemy Wagowe ul. Kopanina 2 60-105 Poznań</p>	<p>tel. kom. 601 772 441 e-mail: info@zinner.pl www.zinner.pl</p>	<p>Oferujemy wagi, dozujące systemy wagowe, wagi przemysłowe i zbiornikowe. Części do wag – tensometry (czujniki) wagowe, zestawy montażowe, elektronikę wagową. Siłomierze i maszyny wytrzymałościowe do pomiarów siły nacisku i ciągu, do testowania produktów. Indywidualne rozwiązania i spawanie konstrukcji.</p>
Inne maszyny i urządzenia		
<p>FANUC Polska Sp. z o.o. ul. Tadeusza Wendy 2 52-407 Wrocław</p>	<p>tel. 71 776 61 60 fax 71 776 61 69 e-mail: sales@fanuc.pl www.fanuc.pl</p>	<p>FANUC to światowy lider technologii CNC oraz robotyki, który od 1956 r. oferuje producentom niezawodne sterowania CNC, roboty przemysłowe oraz wysoko wydajne obrabiarki: Robodrill, Robocut oraz Roboshot. Maszyny FANUC charakteryzują niedoścignione szybkość, precyzja i efektywność.</p>
<p>Minebea Intec Poland Sp. z o.o. ul. Wrzesińska 70 62-025 Kostrzyn</p>	<p>tel. 61 656 02 98 biuro.pl@minebea-intec.com www.minebea-intec.com</p>	<p>Minebea Intec oferuje szeroką gamę urządzeń, rozwiązań oraz usług wspierających procesy produkcyjne, takich jak wagi platformowe, wagi do zbiorników procesowych, automatyczne wagi kontrolne i urządzenia do detekcji ciał obcych – detektory metali i systemy kontroli rentgenowskiej, a także systemy ważąco-etykietujące, oprogramowanie do statystycznej kontroli procesu i recepturowania. Minebea Intec jest częścią grupy MinebeaMitsumi.</p>
<p>P.P.H.U. Techmont Radosław Wietrzyk ul. 3 Maja 39 b 47-303 Krapkowice</p>	<p>tel./fax 77 407 93 00 e-mail: biuro@techmont.com.pl www.techmont.com.pl</p>	<p>P.P.H.U. TECHMONT oferuje osłony przenośników taśmowych, zgrzaniacze, systemy centrujące, armatki/pulsatory powietrzne i azotowe do udrażniania zbiorników z materiałami sypkimi, system dławienia pyłów przemysłowych, tworzywa ślizgowe, trudno ścieralne.</p>
<p>steute Polska Al. Wilanowska 321 02-665 Warszawa</p>	<p>tel. 22 843 08 20 e-mail: info@steute.pl www.steute.pl</p>	<p>Niemiecka firma steute oferuje m.in. wyłączniki linkowe bezpieczeństwa, czujniki zbiegania taśmy przenośników, wyłączniki nożne oraz podzespoły systemów bezpieczeństwa maszyn. Dostępne są również wyłączniki, czujniki i kasety sterownicze w wersji przeciw-wybuchowej Ex (ATEX) oraz do pracy w ekstremalnych warunkach (wysoka/niska temperatura, środowisko agresywne, zapylenie, duża wilgotność).</p>
<p>Teccon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno</p>	<p>tel. 721 160 200 michal.reformat@teccon.pl www.teccon.pl</p>	<p>Producent maszyn pakujących. Firma Teccon zajmuje się automatyzacją procesów produkcyjnych. W oparciu o nowoczesne technologie optymalizuje oraz poprawia efektywność procesów produkcji. W ofercie firmy znajdują się kartoniarki, formierki kartonów i tacek, paletyzatory, transportery oraz maszyny dedykowane – „szyte na miarę”.</p>

BIBLIOTEKA



Dave Chaffey
Digital Business i E-Commerce Management.
Strategia. Realizacja. Praktyka
 Wydawnictwo Naukowe PWN
 Wydanie: 1, 2021

Jak dużo musisz zainwestować w biznes cyfrowy?

Jakie zmiany musisz przeprowadzić w swojej firmie, aby zbliżyć ją do wzorcowego e-biznesu?

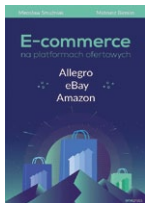
Jaką przyjąć strategię, aby rozwinąć e-biznes i utrzymywać go na wysokim poziomie?

Książka jest źródłem odpowiedzi na wszystkie trudne pytania dotyczące e-biznesu. Publikacja, będąca światowym bestsellerem, zawiera najbardziej aktualne i kompleksowe wprowadzenie do teorii i praktyki e-biznesu. Dave Chaffey, autorytet w dziedzinie biznesu cyfrowego i e-commerce, łącząc podstawy akademickie z praktyką zawodową, odkrywa przed czytelnikiem tajniki *digital business*, opisując różne strategie, marketing cyfrowy czy zarządzanie łańcuchem dostaw.

Publikacja zawiera także:

- ustrukturyzowane podejście do przeglądu, planowania i wdrażania nowoczesnych strategii e-commerce w organizacjach każdego typu;
- wyjaśnienie najnowszych technik stosowanych w marketingu cyfrowym, np. SEM, *content marketing* i promocję w *social media*;
- rozszerzone możliwości kreacji nowych zintegrowanych treści na urządzenia mobilne i stacjonarne;
- *case studies* i wywiady, które pokazują, jak dzięki skutecznej strategii firmy odniosły sukces.

Książka przeznaczona jest dla każdego, kto interesuje się lub zajmuje biznesem cyfrowym – od studentów po menedżerów. Dzięki tej publikacji zrozumiesz zasady działania cyfrowych technologii i dowiesz się, jak je zastosować w swojej organizacji.



Mateusz Bienias, Mirosław Smużniak
E-commerce na platformach ofertowych.
Allegro, eBay, Amazon
 Wydawca: one press
 Wydanie: 2019

Początkujący gracz na rynku e-sprzedaży staje przed następującym dylematem – co się bardziej opłaca: założyć własny sklep czy ułatwić sobie życie i zacząć od uruchomienia sprzedażowego konta na jednej z platform ofertowych? A może działać równolegle? Tylko na współpracę z którym z potentatów rynku *e-commerce* warto się zdecydować? By podjąć najlepszą dla siebie decyzję, trzeba poświęcić sporo

czasu – uważnie prześledzić sposoby działania największych: Allegro, eBaya oraz Amazona, przestudiować ich regulaminy, poznać klientów, udogodnienia, jakie dana platforma oferuje wystawcom, a także pułapki, które na nich zastawia. Tak, pułapki – bo i na te niestety może się natknąć ktoś, kto dopiero rozpoczyna swoją aktywność w największych portalach ofertowych świata.

Autorzy tej książki wykonali dla Ciebie mnóstwo pracy. Dokładnie przyjrzeni się trzem potentatom rynku e-handlu i opracowali przewodnik, który ułatwi Ci uruchomienie na jednej z tych platform własnego kanału sprzedaży. A może zdecydujesz się działać równocześnie na Allegro, eBaju i Amazonie? Jakąkolwiek podejmiesz decyzję, najpierw przeczytaj, jak przygotować sprzedaż na Allegro i jak prowadzić marketing w ramach tego serwisu. Wybierz dla siebie strategię obecności w tym portalu i opanuj narzędzia, które ułatwiają sprzedaż. Poznaj metody handlowania na polskiej i zagranicznych wersjach eBaya i przekonaj się, na jakie wsparcie ze strony administratora serwisu możesz liczyć. Upewnij się, czy warto rozpoczynać handlowanie na Amazonie, a jeśli podejmiesz decyzję na TAK, dobrze się do tego przygotuj. Dowiedz się, na czym polega *growth hacking*, czyli jak skutecznie ściągnąć użytkowników platform ofertowych bezpośrednio do swojego e-sklepu.



Dariusz Góral, Franciszek Kluza, Grzegorz Tatar,
 Katarzyna Kozłowicz
Wypadkowość w przemyśle opakowań
 Wydawca: Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
 Wydanie: 2020

Pomimo znacznego postępu w zakresie bezpieczeństwa w działalności technologicznej i organizacyjnej produkcja surowców opakowaniowych i opakowań związana jest niezmiennie z wysokim poziomem wypadkowości niezależnie od wykorzystywanych surowców (drewno, papier i tektura, szkło, metal i tworzywa sztuczne). Skalę problemu w tym sektorze produkcji potwierdza wysoka liczba uszkodzonych w wypadkach, jak również fakt uplasowania się prac przy wytwarzaniu surowców drewnianych na jednej z najwyższych pozycji w zakresie kategorii ryzyka zawodowego. Zmusza to producentów do ściśle określonych działań i zapewnienia właściwego środowiska produkcji. Pożądane jest więc szczegółowe rozpoznanie stopnia wypadkowości w produkcji surowców opakowaniowych i opakowań w celu uzyskania podstaw do zarekomendowania konkretnych działań prowadzących do poprawy bezpieczeństwa w środowisku pracy.

WAŻENIE DOZOWANIE PAKOWANIE

kwartalnik techniczno-informacyjny



Stawiasz na rozwój?

Wypromuj się w numerze 4/2021

Tematyka:

- automatyzacja i linie technologiczne w przemyśle;
- sterowanie produkcją;
- systemy pakujące;
- opakowania zbiorcze, paletyzacja w przemyśle rozlewniczym i spożywczym;
- recykling opakowań, zarządzanie odpadami w procesie produkcji;
- logistyka produkcji;
- wizualizacja procesów produkcyjnych

SKUTECZNA PROMOCJA W KWARTALNIKU



Tematyka wydania 4/2021:

- automatyzacja i linie technologiczne w przemyśle;
- sterowanie produkcją;
- systemy pakujące;
- opakowania zbiorcze, paletyzacja w przemyśle rozlewniczym i spożywczym;
- recykling opakowań, zarządzanie odpadami w procesie produkcji;
- logistyka produkcji;
- wizualizacja procesów produkcyjnych.

Skontaktuj się z nami, a udzielimy Ci wszelkich potrzebnych informacji!
tel. 32 755 18 47; e-mail: redakcja.wdp@drukart.pl

Więcej dowiesz się też na stronie www.wdp.com.pl w zakładce reklama.



PRENUMERATA

Prenumeratę kwartalnika „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie” 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% zniżki, przesyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 38,88 zł brutto (w tym 8% VAT).

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

Kwartalnik „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

- druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej www.wdp.com.pl/wdp/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.



Waga Dynamiczna DWM 3000 HP

Zbieranie danych
o ważeniach oraz generowanie
i eksportowanie raportów

Sygnalizator
optyczno-akustyczny

Dyskryminacja towarów
wadliwych wagowo
i zanieczyszczonych
metalem

Wbudowany detektor
metali

Pełna kontrola wagowa produktów
zgodnie z wymaganiami klienta lub Ustawą
o kontroli towarów paczkowanych

Współpraca z wieloma
urządzeniami dodatkowymi

Zgodność z systemem HACCP

Łatwa konfiguracja z linią produkcyjną

Atest Państwowego Zakładu Higieny

Możliwość zdalnego sterowania wagą

Niezawodność i szybkość pracy

Współpraca z systemami komputerowymi

Dostosowanie do potrzeb klienta

Duże spektrum zastosowań



Symbol Rozwoju
Biznesu **2020**

BRANŻA PRZEMYSŁOWA IIOT

**PRODUKTY I ROZWIĄZANIA
DLA NOWOCZESNYCH
ŚRODOWISK PRZEMYSŁOWYCH**

SKORZYSTAJ Z NASZEJ WIEDZY I SZEROKIEJ OFERTY

 pl.rs-online.com

Wspieramy Twój biznes

