

WAŻENIE DOZOWANIE PAKOWANIE

kwartalnik techniczno-informacyjny

1/2025 (97)

Rok XXV
styczeń-luty-marzec

ISSN 1732-2340
Indeks 374199
Cena **25,92 zł**
(w tym 8% VAT)

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



MOSCA

LINIE PAKUJĄCE | WIĄZARKI | PRASY DO PALET | FOLIARKI | PRZENOŚNIKI

**Prasa wiążąca do palet KCK-131
i owijarka Saturn S6**
Wydajne technologie wiązania
i owijania folią stretch kluczowymi
kompetencjami MOSCA

i
ZOBACZ NASZE
WIĄZARKI NA TARGACH:
WARSAW PACK
8-10.04.2025 r.
Stoisko F3.06 w hali F

Organizator:



ackaging Poland

2. EDYCJA

18 – 20 | 11 | 2025

**MIĘDZYNARODOWE TARGI
OPAKOWAŃ GOTOWYCH**

www.packagingpoland.pl

Partner Targów i Konferencji:



ZAREJESTRUJ SIĘ

Wydarzenie Towarzyszące:



Innovations
in Packaging
Conference



WAŻENIE DOZOWANIE PAKOWANIE

kwartalnik techniczno-informacyjny

KONTAKT DO REDAKCJI:

e-mail: redakcja.wdp@drukart.pl
www.wdp.com.pl

REDAGUJE ZESPÓŁ:

- Barbara Sabina
- Katarzyna Zajęc
- Ryszard Klencz

REDAKTOR WYDANIA:

Barbara Sabina
tel. +48 735 403 263
e-mail: redakcja.wdp@drukart.pl

REDAKCJA TECHNICZNA:

Grzegorz Drobny
e-mail: grzegorz.drobny@industriypublisher.com

PODSTAWOWA KOREKTA TEKSTU:

Ewa Halewska-Karaśkiewicz

RADA PROGRAMOWA:

- prof. dr hab. inż. Stanisław Tkaczyk
Przewodniczący Rady
- dr hab. inż. Waldemar Woźniak
- dr inż. Jacek Majewski
- mgr inż. Zbigniew Połomski
- dr inż. Paweł Zajęc
- dr hab. inż. Sabina Galus

WYDAWCA:

Industry Publisher spółka z ograniczoną
odpowiedzialnością

SKŁAD:

Industry Publisher spółka z ograniczoną
odpowiedzialnością

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.

Szanowni Państwo!

Automatyzacja i precyzja.

Te dwa filary stanowią podstawę nowoczesnego przemysłu i są kluczowymi tematami w bieżącym wydaniu. Automatyzacja procesów technologicznych oraz robotyzacja w przemyśle to nie tylko wizje przyszłości, ale już rzeczywistość, z którą mamy do czynienia dziś. Dzięki nowoczesnym systemom sterowania i zarządzania produkcją możliwe jest osiągnięcie wyjątkowej wydajności, przy jednoczesnym zwiększeniu bezpieczeństwa i precyzji działania.

W procesach produkcyjnych istotną rolę odgrywają systemy ważące, pakujące i znakujące, które pozwalają na optymalizację pracy i minimalizację strat. W połączeniu z przemysłowymi systemami wizyjnymi oraz technikami pomiarowymi umożliwiają one szczegółową kontrolę jakości, eliminując błędy i podnosząc efektywność.

Oprogramowanie dedykowane przemysłowi wprowadza nową jakość w zarządzaniu danymi oraz ich analizie. Dostęp do kluczowych informacji w czasie rzeczywistym oraz możliwość śledzenia procesów z każdego miejsca na świecie daje firmom znaczną przewagę konkurencyjną. Systemy RFID oraz znakujące usprawniają identyfikację produktów i organizację logistyki, minimalizując ryzyko błędów i strat.

W obecnych czasach, bardziej niż kiedykolwiek, istotna jest integracja różnorodnych rozwiązań technologicznych. Uniwersalność i wszechstronność nowoczesnych systemów sprawiają, że ich wdrożenie staje się kluczowym krokiem ku optymalizacji i pełnej kontroli nad produkcją.

Zachęcamy do lektury tego wydania, które obfituje w inspiracje oraz najnowsze rozwiązania, mogące pomóc Państwu zwiększyć efektywność procesów i w pełni wykorzystać potencjał nowoczesnych technologii. W szczególności zachęcam do lektury artykułu autorstwa Sabiny Galus oraz Aleksandry Ziemskiej pt. „Projektowanie przekąsek warzywnych”. Artykuł omawia rosnące zainteresowanie konsumentów zdrowym odżywianiem oraz rozwój technologii umożliwiających produkcję zdrowotnych przekąsek warzywnych, ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych metod ich wytwarzania. Z radością oddajemy w Państwa ręce to wydanie.

Serdecznie pozdrawiam,

Barbara Sabina
redaktor kwartalnika
„Ważenie, Dozowanie, Pakowanie”



6



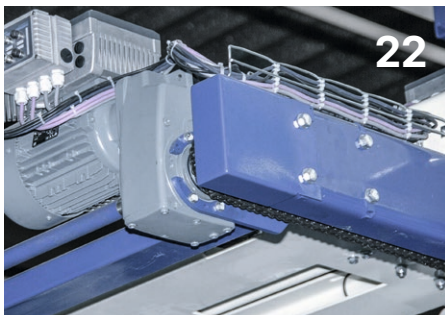
17



18



20



22



24

Co w numerze

STAŁE POZYCJE

67 | Biblioteka

68 | Zestawienie firm

TECHNOLOGIE I PRODUKTY

6 | MOSCA na targach Warsaw Pack 8-10.04.2025. Kompleksowe podejście do wiązania, owijania i consultingu – MOSCA DIRECT POLAND Sp. z o.o.

10 | Nowe rozwiązania firmy KIPP na targach STOM-TOOL – KIPP Polska Sp. z o.o.

12 | IMA FOOD Poland: siła zjednoczonej marki obsługującej polski rynek – ILAPAK Sp. z o.o.

15 | Innowacyjne maszyny pakujące – Marta Godula – DREWMAX Sp. z o.o.

16 | Nowe technologie w branży opakowań gotowych na Targach Packaging Poland!

17 | Ponad 1000 zadowolonych klientów! – F.P.H.U. GLOBALWAG

18 | Innowacje Ishida poruszają kluczowe kwestie branżowe na targach IFFA – Fenix Systems Sp. z o.o.

20 | Zwiększanie produktywności i bezpieczeństwa w produkcji żywności dzięki zintegrowanym systemom kontroli. Automatyzacja procesu poprzez łączone systemy kontroli METTLER TOLEDO – Mettler-Toledo Sp. z o.o.

22 | Efektywność i niezawodność – zdecentralizowane napędy NORD w pakowaniu końcowym – NORD Napędy Sp. z o.o.

NAUKA

28 | Projektowanie przekąsek warzywnych – Sabina Galus, Aleksandra Ziemska

24 | Automatyzacja procesów przemysłowych – przyszłość efektywnej produkcji

34 | Zrównoważony rozwój w odniesieniu do opakowań – Hanna Żakowska

38 | Innowacje i osiągnięcia w przemyśle opakowań z papieru i tektury do żywności, napojów i innych produktów konsumpcyjnych przeznaczonych do szybkiego obrotu – R. Coles

42 | Część 1. Przepływ produktów na linii produkcyjnej w procesach zrobotyzowanego sortowania, pakowania i paletyzacji w dobie Przemysłu 4.0 – Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk

INDEKS REKLAM

DREWMAX	15
Fenix Systems	18
GLOBALWAG	17
ILAPAK	75
KIPP Polska	76
Mettler-Toledo	20
MOSCA	1, 7
NORD Napędy	23
Packaging Poland	2



Nowoczesne technologie dla Twojej branży!

**Bez względu na to, czy działasz
w przemyśle spożywczym,
farmaceutycznym czy kosmetycznym –**

w naszym kwartalniku znajdziesz strategie,
które pomogą Ci usprawnić produkcję
i podnieść konkurencyjność firmy.

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**

kwartalnik techniczno-informacyjny

Zamów prenumeratę:
prenumerata@industrypublisher.com

MOSCA na targach
Warsaw Pack 8-10.04.2025

Kompleksowe podejście do wiązania, owijania i consultingu

Inteligentne, szybkie i bezpieczne – właśnie takie rozwiązania MOSCA przedstawi odwiedzającym Warsaw Pack w Nadarzynie. Dzięki holistycznemu podejściu do tworzenia swojej oferty, ten niemiecki producent maszyn oferuje wydajne systemy wiązania i owijania, które redukują zużycie materiałów. Na stoisku F3.06 w hali F odwiedzający będą mogli zobaczyć nowoczesne wiązarki i owijarki, a także innowacyjne narzędzia cyfrowe oferowane z pakietem usług serwisowych i fachowym doradztwem.

Prasa do wiązania palet KCK-131 i owijarka Saturn S6

są dostosowane do potrzeb pakowania na końcu linii produkcyjnej i zaprojektowane tak, aby zapewnić bezpieczny i stabilny transport



Po raz pierwszy w Polsce będzie prezentowana owijarka Saturn S8, należącej do Grupy MOSCA firmy MOVITEC, wyposażona w automatyczne podajniki narożników pionowych. MOSCA zaprezentuje także automatyczną wiązarkę SoniXs TR-Connect wyposażoną w pakiet funkcji cyfrowych, umożliwiającą zdalne nadzorowanie pracy maszyny w dowolnym miejscu i czasie. Nie zabraknie również

najpopularniejszej wiązarki RO-M Fusion oraz najnowszego urządzenia w ofercie MOSCA, ręcznej wiązarki akumulatorowej HUG.

Projektowanie nowoczesnych rozwiązań pakujących to znacznie więcej niż samo dobieranie odpowiednich materiałów i sprzętu. MOSCA kieruje się zintegrowanym podejściem, a jej celem jest dostarczanie kompleksowych systemów, które



HUG, ręczna wiązarka zasilana akumulatorowo

obejmują rozwiązania cyfrowe, specjalistyczne doradztwo i inne usługi uzupełniające portfolio maszyn i materiałów do pakowania.

Jako czołowy dostawca technologii wiązania i owijania folią stretch nieustannie rozszerzamy ofertę produktów i usług, by zapewniać klientom optymalne wsparcie – wyjaśnił Alex Jesser, kierownik ds. marketingu w MOSCA.

Wiązanie i owijanie folią stretch – wiedza i doświadczenie

Wydajne technologie wiązania taśmami PP i PET oraz owijania folią stretch to kluczowe kompetencje MOSCA, co potwierdzą prezentowane w Nadarzynie modele SoniXs TR-Connect oraz Saturn S8. Wydajność automatycznej owijarki pierścieniowej Saturn S8 to 160 palet na godzinę z w pełni regulowaną prędkością i naprężeniem folii. Podczas procesu owijania produkty pozostają nieruchome, a rolka folii krąży poziomo wokół palety. Wydajny system cięcia i zgrzewania łączy materiał owijający na całej powierzchni i eliminuje nadmiar folii na końcu cyklu owijania. Folia chroni towary przed zanieczyszczeniami czy wilgocią nie tylko po bokach, ale i od góry. Szeroki wybór programów owijania pozwala dopasować parametry do specyfiki produktów i wymagań związanych z ich zabezpieczeniem, co przekłada się na minimalizowanie uszkodzeń i eliminowanie ewentualnych zwrotów. Programy do konkretnych towarów mogą dostosowywać operatorzy lub można używać do tego dedykowanych interfejsów.

NONSTOP PERFORMANCE

SoniXs TR-Connect

W pełni automatyczna maszyna wiążąca

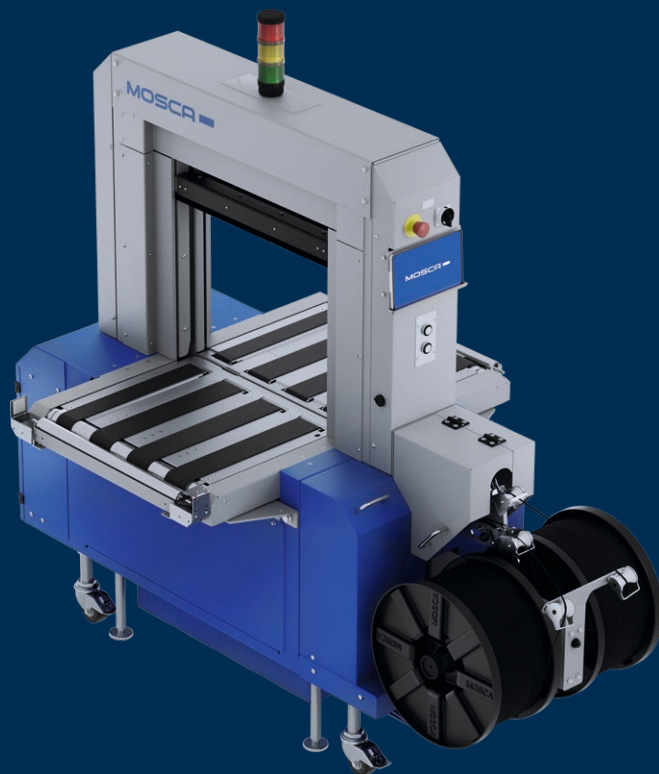
Wydajność do 45 wiązań na minutę

Technologia zgrzewania ultradźwiękami SoniXs

Energooszczędne napędy

NOWOŚĆ! funkcja Mosca Digital:

- dostęp do panelu sterowania z urządzeń mobilnych
- możliwość integracji i komunikacji z innymi maszynami i systemami



**ZOBACZ NASZE WIĄZARKI NA TARGACH
WARSAW PACK | Stoisko F3.06 w hali F
8-10.04.2025**

MOSCA®

MOSCA DIRECT POLAND Sp. z o.o.

+48 22 870 00 33

mdpinfo@mosca.com

www.mosca.com

**Wiążarka
RO-M Fusion,**

która precyzyjnie zwiąże i zabezpieczy produkty z różnych branż przemysłowych. W kompaktowej konstrukcji maszyny zastosowano fotokomórkę, która wykrywa wysokość stosu produktów i reguluje naprężenie taśm



Głównym celem zastosowania owijarki jest ochrona produktów przed czynnikami zewnętrznymi. Wstępny rozciąg folii do 300% (opcjonalnie nawet do 400%) zapewnia oszczędniejsze zużycie folii. Dzięki elastyczności materiału owijającego oraz podajnikowi górnej folii, ładunek pozostaje stabilny podczas transportu i jest chroniony przed wilgocią oraz kurzem. Dostępne programy to także opcja rozpoczęcia owijania od dowolnego miejsca ładunku lub owijanie podwójne – możliwości tej maszyny sprawiają, że owijanie staje się jeszcze łatwiejszym procesem, odpowiadającym na różnorodne potrzeby zabezpieczenia danego produktu.

Skomunikowana produkcja dzięki nowoczesnym interfejsom

Wydajność wiązarek i owijarek w dużym stopniu zależy od tego, czy są dobrze skomunikowane z pozostałymi maszynami pracującymi w linii.

– Nasze systemy dysponują interfejsami, które bezproblemowo łączą się z rozwiązaniami robotycznymi i systemami

przenośników, by całkowicie zautomatyzować procesy, nawet na bardzo małej przestrzeni – uściślił Alex Jesser.

Wiążarka TR-Connect jest dowodem zaangażowania MOSCA w tworzenie optymalnie skomunikowanych procesów. Dzięki standardowemu zintegrowanemu interfejsowi WebHMI operatorzy mają dostęp do danych o maszynach i w czasie rzeczywistym mogą sprawdzać informacje dotyczące dyspozycyjności, wydajności i jakości, a w razie potrzeby są w stanie elastycznie korygować parametry.

– Nie tylko znacznie ułatwia to uruchomienie i obsługę maszyn. Operatorzy mogą nadzorować efektywność SoniXs TR-Connect i pilnować, by pracowała jeszcze wydajniej – dodał Jesser.

Nowy pakiet usług cyfrowych oferowanych przez MOSCA umożliwia zdalne monitorowanie wiązarek, co daje większą swobodę w każdym miejscu i czasie. Producent oferuje dostęp do ważnych danych, m.in. o wydajności, przepustowości i czasie pracy maszyny, jak również umożliwia odczytywanie ostrzeżeń za pośrednictwem platformy usług w chmurze, co przyspiesza naprawę usterek i skraca przestoje do niezbędnego minimum.

Nasze systemy dysponują interfejsami, które bezproblemowo łączą się z rozwiązaniami robotycznymi i systemami przenośników, by całkowicie zautomatyzować procesy, nawet na bardzo małej przestrzeni – mówi Alex Jesser.

Skuteczne i proste pakowanie delikatnych produktów

W Nadarzynie nie zabraknie również najbardziej popularnego modelu w ofercie MOSCA – wiązarki RO-M Fusion. Maszyna automatycznie i precyzyjnie zwiąże, a następnie zabezpieczy produkty z różnych branż przemysłowych. W kompaktowej konstrukcji maszyny zastosowano fotokomórkę, która wykrywa wysokość stosu produktów i reguluje napięcie taśm. RO-M Fusion w standardzie jest wyposażona w obrotowy panel operatora i dodatkowy włącznik nożny, umożliwiający wygodną obsługę z obu stron.

MOSCA zaprezentuje również na targach nowo wprowadzony do oferty, prosty w obsłudze model ręcznej wiązarki zasilanej akumulatorowo – HUG. Urządzenie jest przeznaczone dla klientów, których specyfika pakowania nie wymaga dużych wydajności i szczególnie cenią sobie optymalizację kosztową. Dzięki HUG nawet przy mniejszej liczbie wiązanych opakowań proces pozostaje wydajny i niezawodny. Półautomatyczna wiązarka akumulatorowa jest wyposażona w kolorowy wyświetlacz podobny do tych w smartfonach, na którym są widoczne ikony parametrów urządzenia. Sam proces wiązania ma charakter półautomatyczny – taśmę umieszcza się ręcznie wokół opakowania. Następnie wystarczy już tylko wcisnąć odpowiedni przycisk, a HUG automatycznie reguluje napięcie taśmy, zgrzewa końcówki i odcina zbędny materiał. Do łączenia taśm urządzenie wykorzystuje zgrzewanie tarciove.

Na targach Warsaw Pack MOSCA zademonstruje nie tylko wiązanie samymi taśmami polipropenowymi (PP), ale także innowacyjną alternatywę – spinanie ładunków przy użyciu kombinacji taśm PP i papierowych. Pozwala to zabezpieczać lekkie ładunki, rezygnując z rozwiązań opierających się wyłącznie na tradycyjnych taśmach z tworzyw sztucznych.

MOSCA jest technologicznym liderem w produkcji maszyn oraz taśm PP i PET do wiązania i zabezpieczenia towarów przeznaczonych do transportu. Portfolio MOSCA obejmuje zarówno uniwersalne wiązarki o szerokim zakresie

zastosowań, jak i wyspecjalizowane, w pełni zautomatyzowane maszyny o wysokiej wydajności, które można integrować z automatyczną linią produkcyjną. Dodatkowo firma oferuje ręczne, akumulatorowe wiązarki HUG. Międzynarodowa sieć dystrybucji, serwisu i doradztwa MOSCA umożliwia spółce obsługę klientów na całym świecie.

MOSCA powstała w 1966 roku w niemieckim Waldbrunn jako firma rodzinna. Dziś posiada już 27 oddziałów w 19 krajach świata i 6 zakładów produkcyjnych w Niemczech, Malezji, Kanadzie i USA. Spółka zatrudnia łącznie ponad 1300 pracowników. Dzięki swojemu ciągłemu rozwojowi, już od niemal 60 lat, firma utrzymuje pozycję rynkowego lidera w zakresie nowoczesnych technologii i jakości produktów.

MOSCA od wielu dekad konsekwentnie rozwija swoją ofertę, by zapewniać klientom wysokiej jakości rozwiązania dopasowane do szerokiego zakresu wymagań i zastosowań. Wiele z innowacji MOSCA stało się branżowymi standardami.

□

Materiały własne MOSCA

MOSCA na Targach WARSAW PACK
8-10.04.2025 r. • Stoisko F3.06 w hali F

MOSCA

MOSCA DIRECT POLAND Sp. z o.o.

www.mosca.com

e-mail: mdpinfo@mosca.com

tel. +48 22 870 00 33

Reklama

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**
kwartalnik techniczno-informacyjny

Wybierz swoją prenumeratę

Napisz na adres: prenumerata@industrypublisher.com

Nowe rozwiązania firmy KIPP na targach STOM-TOOL

Firma KIPP podczas tegorocznej edycji targów STOM-TOOL zaprezentuje nowe rozwiązania z zakresu systemów mocujących. Rozwinięcie programu produktów o elementy umożliwiające wprowadzenie automatyzacji procesu przezbrajania na maszynach obróbkowych, jest głównym celem rozwoju tej grupy asortymentu i odpowiada rosnącym potrzebom rynku w tym zakresie.



Klienci oczekują rozwiązań, które nie tylko poprawiają precyzję i wydajność procesów, ale także zwiększają elastyczność i zdolność adaptacji w produkcji.

Mocowania przeznaczone do automatyzacji

Łapy K2054 i K2158 | Dociskacze K2159 i K2217 |
Moduły mocujące K2211 i K2209 | Sworznie K2210

Nowa grupa produktów przeznaczona jest do aplikacji zautomatyzowanych, w których za osadzenie, pozycjonowanie i proces mocowania odpowiedzialny jest robot wyposażony w klucz udarowy, współpracujący z odpowiednio wyprofilowaną nakrętką. Elementy pozycjonujące, dociski i łapy mocujące są na tyle uniwersalne, że mogą być stosowane także w klasycznych przyrządach obsługiwanych przez operatora.

Mocowania hydrauliczne

Hydrauliczne elementy mocujące KIPP stosowane są wszędzie tam, gdzie wymagane jest generowanie i przeniesienie dużych sił za pomocą małych elementów mocujących. Program produktów obejmuje elementy podpierające, napinacze suwakowe, zaciski obrotowe, łapy dociskowe, siłowniki blokowe, siłowniki wkręcane i zaciski wahadłowe. Z powodzeniem można je stosować w rozwiązaniach zautomatyzowanych.

FEATUREgrip

To komponenty i rozwiązania z możliwością łączenia w sieć, które są opracowane specjalnie do wymogów Przemysłu 4.0. Te innowacyjne produkty, oprócz wykonywania swojej podstawowej funkcji związanej z ustalaniem oraz mocowaniem, umożliwiają gromadzenie i przesyłanie właściwych danych

istotnych z punktu widzenia procesu produkcji. Wybrane produkty jak np. dociski w połączeniu z czujnikiem tensometrycznym wskazują, czy przedmiot obrabiany jest dociśnięty zgodnie z wcześniej dobraną siłą, a sygnalizacja świetlna pozwala szybko potwierdzić poprawność zamocowania. Nadajnik Bluetooth usprawnia pracę w miejscach, gdzie użycie przewodu jest kłopotliwe lub niemożliwe.

KIPP UNILOCK ESA 138

Elementy mocujące UNILock umożliwiają wymianę obrabianych przedmiotów lub narzędzi dosłownie w kilka sekund z zachowaniem powtarzalności poniżej 0,005 mm.

Nowością jest funkcja sprawdzania aktualnego stanu. Cztery powierzchnie przylegania z kontrolą powietrza gwarantują prawidłowe ustawienie przyrządu przed rozpoczęciem procesu produkcji. Dzięki temu ten moduł spełnia wszystkie wymagania w zakresie bezpieczeństwa procesu w zautomatyzowanych systemach mocowania. □

HALA 1 STOISKO 1-A5



KIPP Polska Sp. z o.o.

ul. Jeździecka 19/302

53-238 Wrocław

tel.: 71 339 21 44

e-mail: polska@kipp.pl

www.kipp.pl



Efektywność i innowacja w Twojej firmie!

Szukasz sposobów na zwiększenie wydajności i redukcję kosztów?

W naszym kwartalniku znajdziesz strategie,
które pomogą Ci usprawnić produkcję i podnieść
konkurencyjność firmy.

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**

kwartalnik techniczno-informacyjny

Zamów prenumeratę:
prenumerata@industrypublisher.com

IMA FOOD Poland: siła zjednoczonej marki obsługującej polski rynek

Począwszy od 2025 roku, aby wzmocnić tożsamość i usprawnić naszą obecność, IMA Group ogłasza zjednoczenie marek oddziałów w branży spożywczej. W Polsce oddział, wcześniej działający pod marką IMA Ilapak, ma teraz nową markę: **IMA FOOD Poland**.

Ten rebranding stanowi strategiczny krok w celu ujednolicienia naszego wizerunku i zapewnienia bardziej spójnej globalnej obecności, utrzymując tę samą wyjątkową obsługę, na której polegają wszyscy klienci.

Nasi klienci mogą nadal współpracować z tymi samymi zaufanymi przedstawicielami, zapewniając ciągłość i spójność w relacjach.



IMA FOOD POLAND I FLX HUB



W SAMYM SERCU KOLEJNEJ KOMPLETNEJ LINII PAKOWANIA ELASTYCZNEGO

Pozwól nam odpowiedzieć na twoje potrzeby dzięki niekończonej liczbie ukierunkowanych technologii opracowanych dzięki współpracy w ramach projektu IMA FLX HUB.

Nasze rozwiązania w zakresie pakowania pierwotnego, wtórnego i na końcu linii produkcyjnej łączą się ze sobą, tworząc dostosowane linie „pod klucz”, zdolne do obsługi szerokiej gamy elastycznych rodzajów opakowań. Maszyny można skonfigurować do pracy przy użyciu materiałów ekologicznych i nadających się do recyklingu, a zaawansowane rozwiązania cyfrowe i udoskonalona technologia łączności pozwalają na zmaksymalizowanie wydajności linii. Od branży spożywczej, farmaceutycznej po chusteczki nawilżane a kończąc na produktach dla zwierząt, IMA FLX HUB umieści Państwa firmę w centrum niekończącej się współpracy.

INFINITE SOLUTIONS JUST ONE HUB

Dziś IMA Food Poland jest oficjalnym przedstawicielem marek **IMA FLX HUB: IMA Ilapak, IMA Eurosicma i IMA Record** na polskim rynku i oferuje kompletne rozwiązania opakowaniowe od podawania i przeładunku produktów po paletyzację dla piekarni oraz ciastek, przekąsek, słodczy, produktów mięsnych i serowych, warzyw, chusteczek nawilżanych i karmy dla zwierząt.

ZAPLECZE TECHNICZNE I SERWIS

Obsługa klienta na najwyższym poziomie jest jednym z priorytetów IMA FLX HUB. Firma IMA FLX HUB, reprezentowana w ponad 50 krajach na całym świecie poprzez własną sieć sprzedaży i serwisu, jest w stanie zapewnić swoim klientom wsparcie w każdej chwili i niemal wszędzie. Na polskim rynku IMA FLX HUB jest reprezentowany przez Ilapak Sp. z o.o.

Łatwo dostępny serwis, zapewniający profesjonalne wsparcie, pozwala klientom IMA ILAPAK, IMA EUROSICMA i IMA RECORD użytkować swoje maszyny przez wiele lat przy minimalnych kosztach.



Autoryzowany serwis gwarantuje stosowanie oryginalnych części, co zapewnia maksymalną wydajność i pewność naszych urządzeń.



Serwis na miejscu gwarantuje IMA Ilapak, IMA Eurosicma i IMA Record efektywne wykorzystanie czasu na naprawy i przeglądy maszyn.



Serwis techniczny obejmuje:

- Montaż i uruchomienie, pomoc w ustawieniu parametrów pracy;
- Pomoc w przypadku awarii, prewencyjne przeglądy maszyn;
- Wsparcie telefoniczne i porady dotyczące optymalnego wykorzystania sprzętu.

Celem aktualizacji jest przedłużenie żywotności urządzeń IMA Ilapak, IMA Eurosicma i IMA Record oraz optymalne wykorzystanie ich możliwości.



Szkolenie z zakresu obsługi maszyn. Proponowana przez nas usługa zapewnia większą produktywność, lepsze wykorzystanie sprzętu i niższy wskaźnik awaryjności. Dzięki temu redukujemy koszty eksploatacji sprzętu.



Idąc z duchem czasu i biorąc pod uwagę minimalizowanie wpływu na środowisko, proponujemy alternatywę dla inwestycji w nową maszynę. Można od nas uzyskać przebudowę oraz aktualizację istniejącego i używanego już sprzętu. IMA Ilapak, IMA Eurosicma i IMA Record oferują klientom modernizację maszyn, dopasowując je do aktualnych potrzeb produkcji. Warto tutaj podkreślić, że zmodyfikowane maszyny oraz używane urządzenia zakupione w którejś z naszych spółek są objęte gwarancją.

Jeśli są Państwo zainteresowani informacjami o najbliższej instalacji lub aplikacji o podobnych parametrach, prosimy o kontakt. Postaramy się dostarczyć wymagane informacje, a także oferujemy możliwość wykonania testów z dostarczonym przez Państwa materiałem, co pozwoli nam precyzyjnie dopasować rozwiązania do Waszych potrzeb i oczekiwań.

TECHNOLOGIE IMA FLX HUB

- **Poziome maszyny pakujące HFFS Flow** dostosowane są do specyficznych potrzeb każdego klienta i zapewniają maksymalną elastyczność i wydajność produkcji na każdym poziomie. Każdy model jest dostępny w różnych wersjach z szeroką gamą opcji do pakowania produktów spożywczych i niespożywczych. Co więcej, podawanie, dystrybucja i kondycjonowanie produktu do systemu owijania przepływowego jest jedną z wartości dodanej oferty FLX Hub. IMA FLX może dostarczyć kompletne i gotowe rozwiązania HFFS zapewniające najwyższą wydajność.
- **Maszyny STAND-UP POUCH** to maszyny kontynuacyjne z obrotowym systemem napełniania i zamykania paczek, zarówno przy produktach płynnych, jak i stałych. Maszyny nadają się do pakowania w paczki typu Stand-Up do przemysłu spożywczego, karmy dla zwierząt domowych, higieny osobistej i napojów.
- **Pionowe maszyny pakujące kontynuacyjne i start-stopowe VFFS** zaprojektowane do produkcji najwyższej jakości i najbardziej innowacyjnej gamy stylów opakowań, zapewniające jednocześnie elastyczność i wyjątkową wydajność. Idealne do produktów sypkich, świeżych lub mrożonych, proszków i produktów granulowanych.
- **Maszyny do opakowań STICK PACK & 4 side seal** to wielopasmowe pionowe maszyny do opakowań typu stick zapewniające wzrost produkcji i optymalizujące zużycie materiału opakowaniowego. W oparciu o mechanizm z napędem serwo, maszyny mogą pakować różne rozmiary patyczków, a także nadają się do pakowania płynów, proszków i produktów granulowanych.
- **ROZWIĄZANIA WAŻĄCE I LICZĄCE** to wagi wielogłowicowe, wagi liniowe i wizualne systemy liczenia przeznaczone do przemysłu spożywczego. Kompaktowe wagi wielogłowicowe odpowiednie są do szerokiej gamy produktów: suchych, świeżych i mrożonych. Dostępne są wersje higieniczne i wodoodporne z małą, średnią i dużą pojemnością kubeków, aby jak najlepiej dopasować się do produktów. Liniowe maszyny liczące wyposażone w szyny wibracyjne zdolne są do delikatnego obchodzenia się z wypiekami oraz owocami i warzywami. Wyposażone są w szybkie systemy wizyjne z kamerą lub kombinację kamery i lasera. Idealne do produktów świeżych, pieczonych na parze, mrożonych i surowych wyrobów piekarniczych.
- **KOMPLETNE ROZWIĄZANIA POD KLUCZ.** Od automatycznych systemów załadunku po kartotekę, od podawania i obsługi produktu po owijanie jedno- i wielostrumieniowe. Rozwiązania wagowe w połączeniu z pionowymi pakowaczami i urządzeniami końcowymi linii.

IMA FLX HUB jest idealnym partnerem w dostarczaniu gotowych rozwiązań poziomych i pionowych. Jego szybkie, elastyczne systemy automatyki są w stanie sprostać najwyższym wymaganiom przepustowości produkcji.

IMA END OF LINE HUB

Żadna linia nie byłaby „pod klucz”, w prawdziwym tego słowa znaczeniu, bez niezbędnych technologii, które kończą procesy pakowania. Nasza ciągle rozwijająca się firma postanowiła zapewnić klientom pewność, że nasze zakończenia linii są możliwie jak najlepsze, dlatego w 2023 roku powstała kolejna podgrupa IMA END OF LINE HUB.

Firmy wchodzące w skład tej grupy (IMA BFB, IMA Ciemme, IMA Mespici i IMA Phoenix) opracowują różnorodne technologie na wszystkich liniach opakowaniowych. Każda firma wnosi specjalistyczną wiedzę, aby dostarczyć najbardziej kompletną ofertę technologiczną w zakresie **układania, kartonowania, owijania, pakowania w skrzynie, owijania folią stretch, pakowania w folię termokurczliwą, paletyzacji, de-paletyzacji i etykietowania.**

IMA OPEN LAB

IMA zawsze stawiała **zrównoważony rozwój** w centrum swoich działań, a to zaangażowanie przekształciło się w rozwój **IMA ZERO, projektu zrównoważonego rozwoju Grupy**, który ma na celu zminimalizowanie wpływu na środowisko w przemyśle wytwórczym.

Filarem IMA ZERO jest **sieć laboratoriów technologicznych OPENLab**, zajmujących się **badaniami i testowaniem**

nowych zrównoważonych materiałów opakowaniowych.

W ramach tego projektu, w 2016 roku IMA Group utworzyła pierwszy obszar laboratoryjny i testowy w celu analizy wszystkich nowych elastycznych materiałów i testowania ich na maszynach pakujących.

Dzięki ponad siedmiu latom ciężkiej pracy IMA Group zdobyła niezrównane know-how, które pozwoliło firmie opracować i opatentować nowe rozwiązania techniczne, które są w stanie skuteczniej obsługiwać i uszczelniać każdą folię nadającą się do recyklingu. Na przykład papierowe i mono-materiałowe – oraz wszelkie przemysłowe materiały kompostowalne dostępne obecnie na rynku. □



ILAPAK Sp. z o.o.

ul. Tyniecka 233

30-376 Kraków

Mobile: +48 691 330 649

Phone: +48 12 620 51 91

Office: +48 12 266 20 75

jadwiga.osika@ima.it

www.ilapak.pl

www.ima.it

Reklama

	Wspieramy naukę i rozwój! Jesteś studentem, wykładowcą lub doktorantem? Nawiąż współpracę z naszą redakcją i zaprezentuj wyniki swoich badań w kwartalniku „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie”. Napisz do nas i zaproponuj temat: redakcja.wdp@industrypublisher.com

Innowacyjne maszyny pakujące

 Marta Godula

DREWMAX Sp. z o.o. jako polski producent maszyn przemysłowych oferuje rozwiązania odpowiadające konkretnym potrzebom polskich i zagranicznych producentów produktów sypkich. Nasze linie technologiczne mają zastosowanie m.in. w przemyśle spożywczym, nasienniczym, paszowym czy węglowym.

Innowacyjność w działaniu

Na przestrzeni ostatnich kilku lat spotkaliśmy wielu producentów borykających się z koniecznością korzystania z maszyn pakujących przystosowanych do pracy z gotowymi workami foliowymi. Maszyny pionowe typu FFS wytwarzające worki z folii płaskiej również nie odpowiadały ich potrzebom z uwagi na dodatkowy zgrzew pionowy. Firma DREWMAX wyszła naprzeciw oczekiwaniom tych producentów, którzy chcieli zrezygnować z konieczności ciągłego dokładania gotowych worków foliowych do maszyn pakujących.

Nasza innowacyjna Linia pakująca LA1500W korzysta z rozwiązania umożliwiającego wytwarzanie worków z rękawa foliowego. Proces wytwarzania i napełniania worków jest prosty i w pełni automatyczny, dzięki czemu obsługa linii została zmniejszona do minimum i polega przede wszystkim na wymianie rolki z rękawem foliowym raz na prawie 4000 worków. Linia pakująca LA1500W samodzielnie pobiera odpowiedni odcinek rękawa foliowego, następnie wykonuje zgrzew poziomy i odcina folię poniżej zgrzewu kształtując w ten sposób worek. Wykorzystany w maszynie system wahadłowego podawania worków zapewnia dużą stabilność i powtarzalność pobierania i napełniania worków. Maszyna wyposażona jest w system zgrzewania, który wykonuje dwa zgrzewy poziome, zapewniając 100% szczelności worka i jego estetyczny wygląd.

W celu zapewnienia wysokiej wydajności ważenia produktów stworzyliśmy kosze wagowe typu 2WNV, które zwiększyły wydajność do 1500 porcji na godzinę (w zależności od właściwości produktu). Konstrukcja koszy umożliwia

dokładne ważenie i szybkie opróżnianie koszy bezpośrednio do linii pakującej LA1500W. Dzięki połączeniu tych elementów stworzyliśmy maszynę o dużej wydajności, która jest jednocześnie prosta w obsłudze i niezawodna.

Automatyzacja procesu produkcji

Stworzenie linii pakującej o tak dużej wydajności wiązało się z koniecznością zaprojektowania paletyzatora pracującego z wydajnością 1500 worków na godzinę. Paletyzator PW1600 posiada dwa chwytaki, które zmieniają orientację poszczególnych worków przyspieszając w ten sposób proces paletyzacji. Największą zaletą paletyzatora jest system docisku warstwy worka, zapewniający stabilne i estetyczne ułożenie worków na paletcie.

Kapturownica SH-300 stanowi ostatni element linii technologicznej. Zadaniem kapturownicy jest zabezpieczenie ładunku na palecie za pomocą kaptura wykonanego z folii stretch. Kapturownica pobiera odcinek folii stretch, dostosowany do rozmiaru palety oraz wysokości ładunku na palecie, wykonuje górny zgrzew, następnie rozciąga folię i nakłada tak powstały kaptur na ładunek paletowy. Kapturownica SH-300 posiada trzy zasobniki na folię umożliwiające pracę w trybie automatycznym bez konieczności przebrzania maszyny.

Automatyka i system sterowania

W celu zapewnienia pełnej automatyzacji procesu produkcji w naszych liniach technologicznych integrujemy urządzenia wspomagające tj. automatyczne aplikatory etykiet, wagi kontrolne, detektory metali i wiele innych. Wszystkie maszyny wchodzące w skład naszych linii technologicznych komunikują się ze sobą w oparciu o jeden spójny system sterowania. Operator nadzoruje proces produkcji za pomocą dotykowego panelu operatorskiego, na którym wyświetlane są komunikaty dotyczące aktualnej produkcji oraz alarmy. □

DREWMAX Sp. z o.o.
www.drewmax.net.pl

Reklama



- AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA
- LINIE WĄŻĄCO - PAKUJĄCE
- PALETYZATORY
- KAPTUROWNICE







znajdź nas na Instagramie

drewmax.net.pl

+48 77 481 01 22

drewmax@drewmax.net.pl



Nowe technologie w branży opakowań gotowych na Targach Packaging Poland!

W dniach **18–20 listopada 2025 roku** Ptak Warsaw Expo ponownie stanie się centrum innowacji dla sektora opakowań gotowych. Druga edycja **Packaging Poland** to wydarzenie dedykowane producentom, dostawcom i odbiorcom nowoczesnych rozwiązań opakowaniowych, obejmujące najnowsze technologie, materiały oraz trendy w branży.

Targi zgromadzą liderów rynku, którzy zaprezentują **innowacyjne opakowania gotowe, nowoczesne materiały opakowaniowe, ekologiczne alternatywy oraz najnowsze technologie druku i personalizacji opakowań**. Wśród wystawców pojawiają się m.in. **Zemat Technology Group, Kimla, Folpol, PGR Packaging Group Relation, Interpak Packaging Group, RMPAK Sp. Z o.o. oraz Lacroix Opakowania**. Na wydarzeniu obecne będą także firmy działające w obszarze automatyzacji i robotyzacji procesów pakowania, logistyki oraz dystrybucji.

W ramach **Innovations in Packaging Conference** odbędą się specjalistyczne konferencje, poświęcone **recyklingowi opakowań, nowym trendom w branży, automatyzacji procesów pakowania oraz zrównoważonemu rozwojowi w sektorze**. Ekspertsi branżowi przedstawią najnowsze innowacje oraz regulacje wpływające na rynek.

Targi to doskonałe źródło inspiracji – możliwość śledzenia nowości technologicznych, ekologicznych trendów i strategii zrównoważonego rozwoju w branży opakowań, a także okazja, aby bezpośrednio nawiązać współpracę z dostawcami i partnerami biznesowymi.

□

Zarejestruj się już dziś!

Chcesz zaprezentować swoje produkty szerokiej publiczności? Zostań wystawcą





PRODUCENT WAG I SYSTEMÓW WAŻĄCYCH

produkcja, sprzedaż, montaż, serwis, legalizacja, modernizacja

F.P.H.U. GLOBALWAG • ul. Elektrodowa 45 K • 33-300 Nowy Sącz • tel.: 18 547 11 59, 600 447 311, 604 836 062 • e-mail: biuro@globalwag.pl • www.globalwag.pl

Reklama

Ponad 1000 zadowolonych klientów!

Firma GLOBALWAG to czołowy polski producent elektronicznych wag samochodowych, pomostowych, przemysłowych i kolejowych.

Zakres naszej działalności obejmuje: projektowanie, produkcję, sprzedaż, montaż, wzorcowanie, legalizację, a także serwis, konserwację i modernizację wag różnego rodzaju.

Dzięki zastosowaniu najwyższej jakości materiałów i podzespołów naszym Klientom zapewniamy produkty wyjątkowo trwałe i wytrzymałe. Inwestycja w ciągły rozwój Zespołu i produkcji zapewnia Klientom firmy GlobalWag profesjonalizm na najwyższym poziomie.

Doradztwo, projektowanie

Ze względu na wieloletnie doświadczenie jesteśmy w stanie zaprojektować każdą wagę oraz doradzić w kwestii jej posadowienia.

Transport i montaż

Bogaty park maszynowy oraz pełne zaplecze techniczne pozwalają na realizację każdego zamówienia.

Legalizacja wag

Posiadamy własne wzorce dużej masy, kompleksowo kalibrujemy oraz legalizujemy wagi samochodowe.

Udzielamy 36 miesięcy gwarancji na nasze produkty z możliwością jej przedłużenia. Gwarantujemy pełne wsparcie serwisowe!

Certyfikaty

Nasze wagi posiadają certyfikat zatwierdzenia typu Wspólnoty Europejskiej i spełniają wymagania III klasy dokładności OIML (Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej).

□

F.P.H.U. GLOBALWAG



Innowacje Ishida poruszają kluczowe kwestie branżowe na targach IFFA

Na targach IFFA 2025 Ishida zajmie się kluczowymi wyzwaniami branżowymi, prezentując swoje najnowsze innowacje, w tym wprowadzaną na rynek kompaktową, wysokowydajną zgrzewarkę do tacek QX-800, która ma pomóc przetwórcom zmniejszyć ilość odpadów i zwiększyć wydajność.

Nowa zgrzewarka tacek Ishida QX-800 została opracowana specjalnie dla wysokonakładowych linii produkcyjnych. Potrafi wykonywać do 17 cykli MAP na minutę. Jej kompaktowa konstrukcja pozwala zaoszczędzić ponad 40% powierzchni, jednocześnie pracując z 50% mniejszym zużyciem energii.

Wystawiając się na stoisku C28 w hali 12.0, liderzy w dziedzinie rozwiązań do ważenia, pakowania i kontroli dla przemysłu mięsnego i drobiarskiego zaprezentują również swój niedawno wprowadzony na rynek system kontroli rentgenowskiej IX-PD-Poultry. Ishida zaprezentuje także swoje przełomowe rozwiązanie Sentinel 5.0, oparte na sztucznej inteligencji zdalne monitorowanie produkcji i raportowanie.

Darren Chandler, dyrektor generalny ds. rozwiązań proteinowych w Ishida Europe, powiedział:

– Jesteśmy naprawdę podekscytowani powrotem na IFFA. Wiemy, że w przetwórstwie i pakowaniu mięsa chodzi o sprzęt, który może utrzymać produkcję 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu, jednocześnie zaspokajając zapotrzebowanie klientów na produkty wysokiej jakości. Na IFFA pokażemy, że niezależnie od wyzwań produkcyjnych, Ishida ma technologię, ludzi i doświadczenie, aby opracować najlepsze rozwiązania.



Bezpieczeństwo żywności ma kluczowe znaczenie dla każdego rozwiązania w zakresie przetwarzania żywności, zwłaszcza dla przetwórców drobiu. Obecność kości i innych ciał obcych może prowadzić do kosztownego wycofywania produktów z rynku i utraty reputacji marki. Z tych powodów Ishida opracowała IX-PD-Poultry, zintegrowany dwupasmowy system rentgenowski, który może kontrolować do 400 elementów kurczaka na minutę.

Darren wyjaśnia:

– IX-PD-Poultry jest naszą odpowiedzią na jeden z najbardziej palących problemów przemysłu drobiarskiego: wykrywanie kości w szybkich liniach produkcyjnych. Wykorzystuje on technologię podwójnej energii zliczania fotonów (PD) do tworzenia obrazów o ultrawysokiej rozdzielczości w celu wykrywania chrząstek, żeber i kości łopatki oraz bardzo małych ciał obcych (takich jak druty stalowe).

IX-PD-Poultry pomaga naszym klientom utrzymać, a nawet usprawnić ścisłe procedury kontroli jakości bez uszczerbku dla przepustowości.

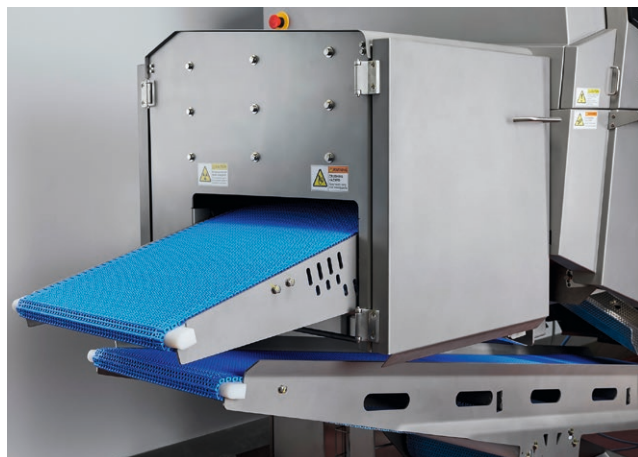
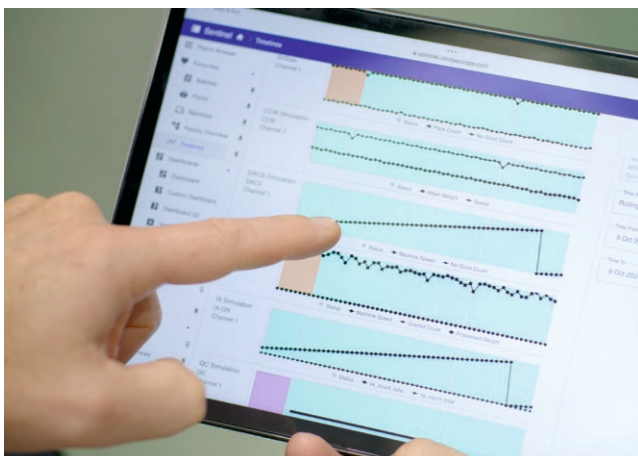
Odwiedzający będą mogli zobaczyć oprogramowanie Ishida Sentinel 5.0 w akcji. Wykorzystując sztuczną



inteligencję (AI), Sentinel 5.0 wspiera producentów żywności w optymalizacji ich linii produkcyjnych. Może analizować dane w czasie rzeczywistym zarówno w urządzeniach Ishida, jak i innych, zapewniając natychmiastowy wgląd w wydajność wraz z identyfikacją potencjalnych problemów i zaleceniami, jak je naprawić.

Darren dodaje:

– Automatyzacja i podejmowanie decyzji w oparciu o dane to kluczowe wymagania producentów żywności. Dzięki Sentinel 5.0 możemy zapewnić operatorom lepszy wgląd. Posiada on funkcję chatbota AI, dzięki czemu operatorzy mogą poprosić Sentinel 5.0 o rozwiązanie problemów i otrzymywać powiadomienia o wszelkich odchyleniach od normy w pracy maszyny.



Na stoisku Ishida zaprezentowane zostaną również trzy modele z szerokiego portfolio naważarek wielogłowicowych Ishida, w tym najwyższej klasy naważarka wielogłowicowa CCW-AS, naważarka do świeżej żywności CCW-R2-106 oraz naważarka z podajnikiem ślimakowym CCW-RV.

Uzupełnieniem oferty na stoisku Ishida na targach IFFA będzie sprawdzony RobotGrader, podstawowy Flexgrader, liniowy system wykrywania nieszczelności Ishida AirScan oraz model z nowej serii wag kontrolnych DACS-GN-S.

O marce Ishida

Ishida jest światowym liderem w projektowaniu, produkcji i instalacji kompletnych rozwiązań dla przemysłu spożywczego dotyczących ważenia, pakowania i kontroli jakości. Firma wspiera producentów w obniżaniu kosztów i minimalizowaniu przestojów, zwiększając automatyzację, wydajność operacyjną oraz maksymalizując zyski.

Dzięki globalnej bazie obejmującej ponad 100 000 zainstalowanych maszyn przemysłowych Ishida oferuje szeroki zakres zastosowań w wielu branżach. Jest niekwestionowanym liderem na światowym rynku wag wielogłowicowych oraz jednym z przodujących globalnych dostawców urządzeń do pakowania przekąsek, tray sealerów, systemów kontroli rentgenowskiej, wag kontrolnych, wykrywaczy nieszczelności i rozwiązań Przemysłu 5.0.

Bogata gama produktów, dogłębna wiedza oraz doświadczenie firmy w różnych branżach pozwalają Ishidzie projektować i wdrażać kompleksowe rozwiązania „pod klucz” dostosowane do specyfiki danego sektora (w tym branż takich jak przekąski, suche produkty spożywcze, mięso, drób, ryby, nabiał, dania gotowe oraz świeże artykuły).

Misją firmy jest odegranie kluczowej i trwałej roli w globalnym łańcuchu dostaw żywności. Ishida dąży do tego, aby wyroby spożywcze na całym świecie były dostarczane i konsumowane w sposób bezpieczny, wydajny i zrównoważony.

□

Źródło: Ishida

Fenix Systems Sp. z o.o.

ul. Długa 40, 05-530 Góra Kalwaria

tel. 605 212 210

e-mail: biuro@fenixsystems.eu

Zwiększanie produktywności i bezpieczeństwa w produkcji żywności dzięki zintegrowanym systemom kontroli

Automatyzacja procesu poprzez łączone systemy kontroli METTLER TOLEDO

Systemy kontroli produktów odgrywają kluczową rolę w weryfikacji ich jakości i integralności, co wpływa na bezpieczeństwo konsumentów, ochronę marki oraz zgodność z regulacjami branżowymi. Integracja dwóch lub więcej technologii kontroli METTLER TOLEDO w jeden system umożliwia elastyczne wdrażanie najsukuteczniejszych rozwiązań w zakresie kontroli jakości na każdym etapie produkcji.

Zintegrowane systemy

Kombinacja różnych technologii METTLER TOLEDO do kontroli produktów pozwala na efektywne wykorzystanie przestrzeni produkcyjnej. Kompaktowa i otwarta konstrukcja tych systemów ułatwia czyszczenie oraz dostęp do elementów podczas konserwacji. Zintegrowane systemy pełnią funkcje wykrywania zanieczyszczeń, kontroli masy, kompletności i etykiet, co przyspiesza proces przetwórstwa i weryfikacji produktów na każdym etapie produkcji.

Korzyści płynące z zastosowania zintegrowanych systemów METTLER TOLEDO:

- **Obniżenie kosztów całkowitych** – współpraca z jednym dostawcą w zakresie instalacji, szkoleń i serwisu zwiększa efektywność, a wspólne komponenty obniżają koszty części zamiennych.
- **Oszczędność miejsca** – kompaktowa budowa systemów METTLER TOLEDO umożliwia zaoszczędzenie przestrzeni. Rama C zapewnia łatwy dostęp do czyszczenia i konserwacji.
- **Wyższa wydajność operatora** – integracja systemów upraszcza procesy i minimalizuje ryzyko błędów operatora. Wszystkie elementy systemu korzystają z otwartego oprogramowania, co umożliwia ich wzajemne połączenie. Systemy mogą być zintegrowane z nowoczesnym oprogramowaniem do zarządzania jakością ProdX™.
- **Ułatwiona zgodność z regulacjami** – dodatkowe elementy systemu umożliwiają precyzyjne wykrywanie ciał obcych w kluczowych punktach kontroli, co zwiększa bezpieczeństwo i zapewnia ochronę wizerunku marki.
- **Rama z serii C** – pozwala na dostosowanie różnych elementów do kontroli produktów, co zwiększa efektywność i wydajność produkcji. Otwarta i kompaktowa obudowa pozwala zminimalizować zajmowaną przestrzeń oraz



ułatwia dostęp podczas instalacji, czyszczenia oraz konserwacji. Zastosowane w systemie metalowe rurki, pozwalają na zamontowanie wielu elementów kontroli, takich jak urządzenia do sortowania czy odrzucania.

Potrójne i niestandardowe systemy zintegrowane – dopasowanie technologii kontroli

Połączenie technologii kontroli produktów w jeden integralny system tworzy potężny punkt kontroli jakości na linii produkcyjnej. Każdy element można łączyć i dostosowywać, aby stworzyć system odpowiadający indywidualnym potrzebom procesu produkcyjnego. Trzy połączone systemy pozwalają na automatyczne wprowadzanie zmian w całym systemie i tym samym ogranicza to ryzyko błędów i upraszcza proces produkcji.

ProdX™

Wszystkie urządzenia mogą być zintegrowane z systemem ProdX™, który oferuje pełny wgląd w proces produkcji w czasie rzeczywistym. Umożliwia to natychmiastową kontrolę, wizualizację i raportowanie z jednego miejsca. Dodatkowo integracja z oprogramowaniem ProdX™ zapewnia zgodność z regulacjami bezpieczeństwa żywności. Możliwość pełnej integracji z MES/ERP przy użyciu najnowszych protokołów komunikacyjnych ułatwia konserwację urządzenia. Otwarte interfejsy, takie jak OPC UA, PackML i Fieldbus, wspierają inicjatywy IoT/Przemysłu 4.0, zapewniając dostęp do danych, ich analizy i kontroli z dowolnego miejsca. Ponadto koszty oprogramowania zwracają się już w ciągu kilku miesięcy do roku.

Oprogramowanie ContamPlus™

Oprogramowanie zapewnia innowacyjny proces kontroli produkcji, w którym w sposób ciągły i równoległy działa ponad 30 algorytmów kontroli. Daje to możliwość skanowania wszystkich zanieczyszczeń, nie tylko tych, pod kątem których urządzenie zostało pierwotnie zoptymalizowane. Pozwala to na znaczące zmniejszenie wadliwie odrzuconych produktów i tym samym zminimalizowanie strat produkcyjnych.

Rozwiązania METTLER TOLEDO

System zintegrowany – CX Combination METTLER TOLEDO

CX Combination to gwarancja precyzyjnego ważenia w połączeniu z zaawansowaną technologią rentgenowską. Zintegrowany system spełnia normy branżowe oraz indywidualne wymagania dotyczące kontroli produktów. Oferuje precyzyjne ważenie przy użyciu technologii EMFR FlashCell™ oraz wydajność na poziomie do 800 produktów na minutę. Tym samym zapewnia niezawodne usuwanie niedopełnionych lub niekompletnych produktów oraz gwarantuje zgodność z przepisami dotyczącymi ważenia przy ochronie IP54 i IP66. Urządzenie jest wyposażone w zaawansowane technologie rentgenowskie HiGain, HiGain+ DE lub HiGain+, które pozwalają na dokładne wykrywanie zanieczyszczeń zarówno o dużej, jak i niskiej gęstości.

↓ **CX Combination** – gwarancja precyzyjnego ważenia w połączeniu z zaawansowaną technologią rentgenowską



Partnerstwo serwisowe

Jako firma zapewniamy wsparcie w ciągu całego procesu eksploatacji sprzętu. Poczynając od instalacji produktu, poprzez regularną konserwację aż po weryfikację działania. Dodatkowo przez całą dobę, 7 dni w tygodniu dostępna jest również globalna zdalna pomoc techniczna, przy wykorzystaniu rzeczywistości rozszerzonej. □



METTLER TOLEDO

Mettler-Toledo Sp. z o.o.

ul. Poleczki 21

02-822 Warszawa

tel. +48 22 691 10 00

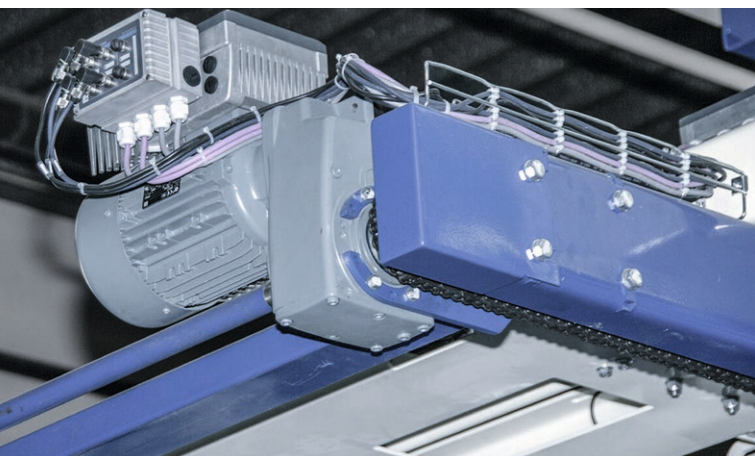
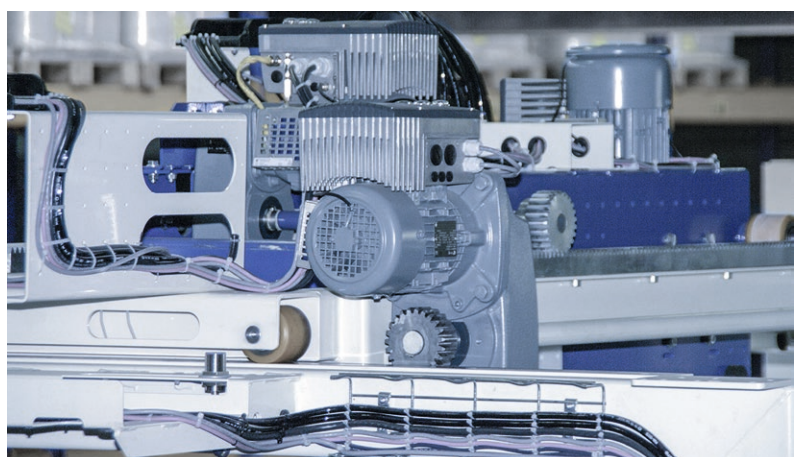
polska@mt.com

www.mt.com

Efektywność i niezawodność – zdecentralizowane napędy NORD w pakowaniu końcowym

Pakowanie końcowe to jeden z kluczowych etapów w procesie produkcyjnym, który wpływa zarówno na bezpieczeństwo produktów, jak i efektywność logistyczną. Wymaga ono precyzyjnych, wydajnych i energooszczędnych systemów napędowych, które będą w stanie sprostać wymaganiom współczesnych linii pakujących. Napędy muszą być absolutnie niezawodne i gwarantować płynną pracę, a głównym celem jest unikanie przestojów. Jeśli konieczna jest wymiana, np. w celu przeglądu i konserwacji, powinno być możliwe jej przeprowadzenie tak łatwo, a przede wszystkim tak szybko, jak to możliwe. NORD DRIVESYSTEMS oferuje rozwiązania pozwalające na optymalizację tych procesów, redukcję kosztów oraz zwiększenie niezawodności urządzeń.

Systemy pakowania na końcu linii (tzw. END OF LINE) obejmują szereg operacji, takich jak grupowanie produktów, paletyzacja czy formowanie opakowań transportowych. Każdy z tych procesów wymaga innego podejścia do sterowania ruchem i zastosowania odpowiednich napędów. W tradycyjnych systemach centralnych wyzwaniem są długie przewody sterujące, skomplikowana infrastruktura oraz wysokie koszty instalacji i eksploatacji. Napędy z centralnie sterowanymi serwomotorami są tu powszechnie stosowane. Jednak w zastosowaniach o dużej bezwładności lub długich drogach przesuwu – na przykład paletyzacji – nie są niezbędne. Zdecentralizowane rozwiązania napędowe, takie jak te ze sterowanymi silnikami asynchronicznymi, są w tym kontekście wydajną i ekonomiczną alternatywą. Osiągają podobne właściwości kinematyczne, a dzięki większej bezwładności wewnętrznej zapewniają lepszą regulację i kontrolę ruchu przy dużych obciążeniach. Zastosowanie zdecentralizowanych przemienników częstotliwości ze sterowaniem



w pętli zamkniętej skutkuje również ogromnymi oszczędnościami kosztów.

Zastosowanie zdecentralizowanych napędów NORD pozwala na znaczną redukcję kosztów i zwiększenie efektywności systemów pakowania. Dzięki zintegrowanym przetwornicom częstotliwości montowanym bezpośrednio na silnikach, minimalizowane są straty energii, a układ sterowania staje się bardziej kompaktowy i efektywny. Nowoczesne silniki synchroniczne i asynchroniczne, zoptymalizowane pod kątem dynamicznych aplikacji pakujących, w połączeniu z przekładniami walcowymi, stożkowymi i ślimakowymi, zapewniają precyzyjne sterowanie ruchem oraz wysoką sprawność energetyczną. Dodatkowo, zastosowanie przetwornic częstotliwości z funkcjonalnością PLC umożliwia integrację napędów z systemami nadrzędnymi i pełną automatyzację procesów. Jednym z przykładów wdrożenia tej technologii jest zastosowanie napędów NORD w paletyzatorach, które pozwalają na precyzyjne układanie towarów oraz szybkie przebrojenie linii do różnych formatów opakowań.



Dzięki zdecentralizowanej koncepcji sterowania znacząco zmniejszono przestrzeń potrzebną na instalację szaf sterowniczych, a także zredukowano koszty związane z eksploatacją i konserwacją systemu. Zmniejszenie liczby przewodów oraz uproszczona architektura sterowania przekładają się na krótszy czas instalacji i większą elastyczność w modernizacji linii pakujących.

Kompletne rozwiązania napędowe NORD pozwalają na ograniczenie zużycia energii dzięki nowoczesnym silnikom o wysokiej sprawności. Umożliwiają również redukcję kosztów instalacji poprzez eliminację skomplikowanej infrastruktury przewodowej oraz zwiększają niezawodność systemu poprzez dynamiczną kompensację obciążeń. Dodatkowo,

kompaktowa konstrukcja ułatwia konserwację i serwisowanie, a modułowa budowa pozwala na szybką wymianę komponentów bez konieczności długotrwałych przestojów produkcyjnych. Optymalizacja przestrzeni poprzez eliminację dużych szaf sterowniczych sprawia, że systemy napędowe NORD są idealnym wyborem dla zakładów dążących do maksymalnej efektywności produkcji.

Podsumowując, zastosowanie napędów NORD w pakowaniu końcowym pozwala na zwiększenie wydajności, redukcję kosztów i poprawę elastyczności procesów produkcyjnych. To rozwiązanie, które odpowiada na rosnące wymagania branży opakowaniowej i zapewnia przewagę konkurencyjną dla przedsiębiorstw inwestujących w nowoczesne technologie napędowe. □



NORD Napędy Sp. z o.o.

Zakrzów 414, 32-003 Podłęża

tel. 12 288 99 00

fax 12 288 99 11

biuro@nord.com

www.nord.com

Reklama

OUR SOLUTION. YOUR SUCCESS.

Kompletne systemy napędowe dla procesów pakowania.

- ▶ Globalna dostępność i usługi serwisowe
- ▶ Wiarygodny partner, szybki kontakt
- ▶ Energooszczędne rozwiązania oparte na modułowej koncepcji produktu

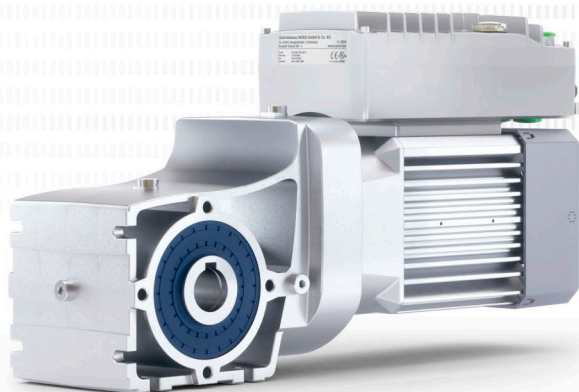
**ZAPRASZAMY
NA STOISKO**


Creative Packaging Group
numer F3.22

podczas targów

**WARSZAWA
PACK**

Nadarzyn, 08-10.04.2025 r.





Automatyzacja procesów przemysłowych – przyszłość efektywnej produkcji

W miarę jak przemysł staje się coraz bardziej zintegrowany i zależny od precyzyjnych danych, automatyzacja procesów nabiera kluczowego znaczenia dla efektywnego zarządzania produkcją. Inwestycje w nowoczesne systemy automatyzacyjne umożliwiają nie tylko poprawę jakości produktów, ale również optymalizację procesów logistycznych i zarządzania zasobami ludzkimi. Czy nie warto zaufać rozwiązaniom, które pozwalają na znaczne usprawnienie procesów produkcyjnych i redukcję kosztów operacyjnych? Dzięki innowacyjnym technologiom przedsiębiorstwa mogą osiągać nowe poziomy wydajności, jednocześnie podnosząc standardy bezpieczeństwa i ochrony środowiska.

Automatyzacja procesów przemysłowych to wdrażanie zaawansowanych technologii umożliwiających automatyczne sterowanie i monitorowanie operacji produkcyjnych przy minimalnym udziale człowieka. Czy możliwe byłoby osiągnięcie obecnego poziomu naszej cywilizacji bez wdrożenia rozwiązań automatyzacyjnych? Transformacja ta nie tylko zrewolucjonizowała metody produkcji, ale również stworzyła solidne podstawy dla rozwoju nowych gałęzi przemysłu oraz innowacji technologicznych. W tym artykule omówimy najskuteczniejsze metody optymalizacji procesów.

Automatyzacja procesów przemysłowych dzięki robotyzacji

Robotyzacja linii produkcyjnych stanowi fundament współczesnych rozwiązań automatyzacyjnych, które radykalnie zmieniły sposób funkcjonowania zakładów produkcyjnych poprzez wprowadzenie zaawansowanych systemów mechanicznych zdolnych do realizacji powtarzalnych i wymagających najwyższej precyzji operacji. Wdrożenie robotów przemysłowych, wyposażonych w nowoczesne systemy

sterowania, czujniki oraz technologie wizyjne, umożliwiło przejęcie przez maszyny zadań dotychczas wykonywanych przez operatorów, co w rezultacie przyczyniło się do znacznej redukcji błędów wynikających z ludzkiego czynnika oraz podniosło jakość realizowanych operacji na niespotykany wcześniej poziom.

Systemy SCADA i MES – niezbędne w automatyzacji procesów przemysłowych

Systemy SCADA i MES stanowią kluczowy element współczesnych rozwiązań automatyzacyjnych, umożliwiając przedsiębiorstwom pełną kontrolę nad procesami produkcyjnymi oraz ich optymalizację w czasie rzeczywistym. Wdrożenie systemu SCADA, czyli Supervisory Control And Data Acquisition, pozwala na ciągłe zbieranie i analizę danych pochodzących z różnych punktów produkcji, co umożliwia bieżący nadzór oraz szybkie reagowanie na wszelkie nieprawidłowości w działaniu maszyn i urządzeń. Dzięki zaawansowanym interfejsom wizualizacyjnym oraz możliwościom raportowania, operatorzy mogą monitorować krytyczne

parametry procesów technologicznych, co pozwala na precyzyjne sterowanie produkcją oraz natychmiastową identyfikację potencjalnych zagrożeń, które mogłyby wpłynąć na ciągłość produkcji.

Z kolei system MES, czyli Manufacturing Execution System, pełni rolę kompleksowego narzędzia zarządzania operacyjnego, które integruje dane z systemu SCADA z wyższymi poziomami systemów ERP oraz systemami planowania produkcji. Dzięki temu możliwe jest śledzenie poszczególnych etapów produkcji, planowanie zadań, harmonogramowanie pracy maszyn oraz optymalizacja wykorzystania zasobów. MES umożliwia nie tylko monitorowanie, ale również analizę efektywności procesów, co przekłada się na ciągłe doskonalenie operacji produkcyjnych, redukcję kosztów oraz zwiększenie elastyczności przedsiębiorstwa w odpowiedzi na zmieniające się wymagania rynkowe. Integracja obu systemów pozwala na synchronizację danych i procesów na poziomie operacyjnym i strategicznym, umożliwiając podejmowanie decyzji opartych na aktualnych informacjach oraz prognozach, co jest nieodzowne w dzisiejszych warunkach intensywnej konkurencji.

Implementacja systemów SCADA i MES wymaga kompleksowego podejścia, obejmującego zarówno inwestycje w nowoczesne technologie, jak i przeszkolenie kadry technicznej, która jest w stanie efektywnie interpretować i wykorzystywać zgromadzone dane. Takie rozwiązania umożliwiają nie tylko poprawę jakości produkcji poprzez minimalizację błędów oraz szybką identyfikację awarii, ale również tworzą solidne podstawy dla rozwoju inteligentnych fabryk, gdzie procesy produkcyjne są stale monitorowane, analizowane

Implementacja systemów SCADA i MES wymaga kompleksowego podejścia, obejmującego zarówno inwestycje w nowoczesne technologie, jak i przeszkolenie kadry technicznej, która jest w stanie efektywnie interpretować i wykorzystywać zgromadzone dane.

Automatyzacja procesów przemysłowych to wdrażanie zaawansowanych technologii umożliwiających automatyczne sterowanie i monitorowanie operacji produkcyjnych przy minimalnym udziale człowieka. Czy możliwe byłoby osiągnięcie obecnego poziomu naszej cywilizacji bez wdrożenia rozwiązań automatyzacyjnych?

i optymalizowane. W rezultacie, integracja systemów SCADA i MES stanowi fundament nowoczesnych strategii zarządzania produkcją, przyczyniając się do zwiększenia konkurencyjności przedsiębiorstw oraz ich zdolności adaptacyjnych w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu rynkowym.

Integracja systemów IT, OT oraz IoT

Integracja systemów IT (ang. *Information Technology*) oraz OT (ang. *Operational Technology*) umożliwia pełną cyfryzację procesów produkcyjnych poprzez połączenie systemów zarządzania danymi, takich jak ERP, SCADA czy MES, z urządzeniami przemysłowymi i czujnikami. Dzięki temu możliwe jest monitorowanie, analiza i optymalizacja procesów w czasie rzeczywistym, co pozwala na szybkie reagowanie na zmiany w środowisku produkcyjnym. Kluczowym elementem tej integracji jest modernizacja infrastruktury sieciowej oraz wdrożenie jednolitych standardów komunikacyjnych, takich jak OPC UA czy MQTT. Takie podejście umożliwia precyzyjne sterowanie poszczególnymi etapami produkcji, wdrożenie analityki big data i sztucznej inteligencji, a także predykcijną konserwację maszyn, co skutkuje minimalizacją przestojów i obniżeniem kosztów operacyjnych. Integracja IT i OT stanowi fundament strategii Przemysłu 4.0, umożliwiając tworzenie elastycznych modeli produkcji i wzmacniając konkurencyjność przedsiębiorstw. Oczywiście w automatyzacji procesów przemysłowych na miarę XXI wieku niezbędny jest IoT (ang. *Internet of Things*).

↓ Przykłady zastosowania robotyzacji w optymalizacji produkcji przemysłowej

Sektor	Przykłady zastosowania	Korzyści
Motoryzacyjny	Spawanie, malowanie, montaż elementów karoserii	Zwiększona precyzja, redukcja defektów, poprawa bezpieczeństwa
Elektroniczny	Montaż i lutowanie układów scalonych, składanie komponentów	Ekstremalna precyzja, skrócenie czasu produkcji, minimalizacja błędów
Spożywczy	Linie pakowania, sortowania, kontrola higieny	Utrzymanie norm higienicznych, przyspieszenie procesów logistycznych
Logistyczny	Autonomiczne systemy transportowe, przenoszenie surowców	Optymalizacja przepływu materiałów, redukcja przestojów

↓ Przykładowe systemy SCADA oraz MES

Typ systemu	Nazwa	Opis
SCADA	Siemens SIMATIC WinCC	Integracja danych z rozmaitych czujników i urządzeń, elastyczne interfejsy operatora oraz możliwość konfiguracji systemu zgodnie z potrzebami zakładu produkcyjnego.
SCADA	GE Digital iFIX	Ceniony za szybkość przetwarzania informacji, niezawodność oraz łatwość skalowania, idealny dla dynamicznych środowisk przemysłowych.
SCADA	Schneider Electric AVEVA InTouch	Intuicyjne rozwiązania graficzne i efektywna integracja z innymi systemami automatyki, umożliwiające precyzyjne monitorowanie krytycznych parametrów procesu.
SCADA	Rockwell Automation FactoryTalk View	Łączy funkcjonalność nadzoru i sterowania, umożliwiając jednocześnie monitorowanie wielu zmiennych produkcyjnych oraz szybką reakcję na ewentualne nieprawidłowości.
MES	Siemens SIMATIC IT	Integruje się z systemami SCADA i ERP, umożliwiając śledzenie produkcji, optymalizację harmonogramów oraz bieżącą analizę wydajności.
MES	Rockwell FactoryTalk ProductionCentre MES	Oferuje precyzyjne zarządzanie zasobami i monitorowanie produkcji w czasie rzeczywistym, pozwalając na szybką adaptację do zmieniających się warunków rynkowych.
MES	SAP Manufacturing Execution	Kompleksowe narzędzie wspierające planowanie i kontrolę operacyjną, integrujące się z globalnymi systemami ERP i oferujące zaawansowane funkcje analityczne oraz predykcyjne.
MES	GE Digital Proficy MES	Umożliwia synchronizację operacji produkcyjnych z systemami korporacyjnymi, zapewniając pełną kontrolę nad procesami i ich optymalizację.
MES	Oracle MES	Innowacyjne rozwiązania i integracja z nowoczesnymi technologiami IT, stają się coraz bardziej popularnym wyborem dla maksymalizacji efektywności produkcji.

Internet rzeczy (IoT) stanowi kluczowy element transformacji cyfrowej współczesnych zakładów przemysłowych, umożliwiając pełną cyfryzację procesów produkcyjnych poprzez integrację inteligentnych urządzeń, sensorów oraz systemów komunikacyjnych. Wdrożenie technologii IoT pozwala na ciągłe zbieranie danych z maszyn i urządzeń, co umożliwia monitorowanie parametrów takich jak temperatura, wilgotność, ciśnienie, drgania czy zużycie energii w czasie rzeczywistym. Przesyłane informacje są analizowane przez centralne systemy, co umożliwia identyfikację anomalii, wykrywanie wczesnych symptomów awarii oraz realizację predykcyjnej konserwacji, dzięki czemu możliwe jest optymalizowanie całego cyklu produkcyjnego.

Uczenie maszynowe umożliwia podejmowanie trafnych decyzji na podstawie analizy ogromnych zbiorów danych zbieranych z różnych źródeł, takich jak systemy SCADA, MES czy urządzenia IoT.

Symulacja procesów przemysłowych kluczem do skutecznej optymalizacji

Technologia digital twin umożliwia tworzenie wirtualnych replik rzeczywistych procesów produkcyjnych, urządzeń oraz całych systemów operacyjnych, co pozwala na symulację i optymalizację operacji przed wprowadzeniem zmian w środowisku przemysłowym. Dzięki integracji danych zbieranych przez czujniki oraz systemy monitorujące z zaawansowanymi narzędziami analitycznymi, cyfrowe bliźniaki odzwierciedlają stan rzeczywisty w postaci modeli cyfrowych, umożliwiając dokładną analizę wydajności i identyfikację potencjalnych problemów. Przeprowadzanie symulacji na podstawie wirtualnych replik pozwala na przewidywanie skutków modyfikacji, testowanie różnych scenariuszy operacyjnych oraz wdrażanie optymalizacji, co znacząco wpływa na redukcję kosztów eksploatacji i minimalizację ryzyka awarii. Wdrożenie technologii digital twin, wspieranego przez algorytmy sztucznej inteligencji i systemy big data, umożliwia również predykcyjną konserwację maszyn, a co za tym idzie – poprawę efektywności operacyjnej i jakości produkcji.



Ciekawostki

Automatyzacja procesów przemysłowych

- W **1805** roku światło ujrzało tzw. Krosno Jacquarda, które pozwoliło skrócić proces produkcji tkanin oraz obniżyć jego koszt. Co ciekawe, sposób sterowania nitkami osnowy za pomocą kart perforowanych stanowi pierwowzór pamięci komputera.
- Wynaleziona przez Ottmara Mergenthalera w **1884** roku maszyna Linotype zrewolucjonizowała przemysł drukarski, automatyzując proces składu tekstu. Dzięki niej czas przygotowania materiałów drukowanych skrócił się drastycznie, co przyczyniło się do szybszej produkcji gazet i książek.
- W **1913** roku Ford wprowadził ruchomą taśmę, skracając czas produkcji Modelu T z ponad 12 godzin do zaledwie 93 minut, co zapoczątkowało erę masowej automatyzacji w przemyśle motoryzacyjnym.
- W **latach 90.** Coca-Cola zastosowała systemy SCADA do nadzoru linii pakowania, co przyczyniło się do zwiększenia wydajności produkcji i redukcji strat o 15%.
- Według International Federation of Robotics (IFR), na koniec **2023** roku na świecie działało ponad 4,2 miliona robotów przemysłowych, co stanowiło wzrost o 10% w porównaniu do roku poprzedniego.

Sztuczna inteligencja – nowa era automatyzacji procesów przemysłowych

Uczenie maszynowe umożliwia podejmowanie trafnych decyzji na podstawie analizy ogromnych zbiorów danych zbieranych z różnych źródeł, takich jak systemy SCADA, MES czy urządzenia IoT. Algorytmy AI, poprzez analizę wzorców i korelacji, potrafią wykrywać anomalie oraz przewidywać potencjalne awarie w maszynach, co pozwala na wdrożenie konserwacji predykcyjnej, minimalizując ryzyko kosztownych przestojów i nieplanowanych awarii. Integracja technik uczenia maszynowego z tradycyjnymi systemami zarządzania produkcją umożliwia ciągłe doskonalenie procesów, gdzie systemy uczą się na podstawie historycznych danych oraz bieżących obserwacji, dostosowując strategię operacyjną do dynamicznie zmieniających się warunków rynkowych i produkcyjnych. Dzięki zastosowaniu zaawansowanych algorytmów, przedsiębiorstwa mogą automatycznie optymalizować harmonogramy produkcji, lepiej zarządzać zasobami oraz wdrażać elastyczne modele decyzyjne, które na bieżąco reagują na nieoczekiwane zdarzenia.

Historyczny kontekst oraz ewolucja technologiczna, która umożliwiła przejście od tradycyjnych metod produkcji do nowoczesnych systemów automatyzacji, to opowieść o nieustannym dążeniu ludzkości do zwiększenia wydajności, precyzji, a także bezpieczeństwa operacji przemysłowych. Całość tego procesu transformacji, od prostych mechanizmów

napędzanych parą do zaawansowanych systemów cyfrowych, ukazuje, jak rozwój technologiczny nie tylko zwiększył efektywność produkcji, ale także stworzył fundamenty dla dalszych innowacji, umożliwiając przedsiębiorstwom utrzymanie konkurencyjności oraz adaptację do dynamicznych zmian w gospodarce światowej. □

Projektowanie przekąsek warzywnych

 Sabina Galus, Aleksandra Ziemska

Wstęp

Ze względu na trend zdrowego odżywiania, na rynku zaczęły pojawiać się przekąski warzywne, których główną zaletą jest wygodne opakowanie i łatwość spożycia poza domem. Przekąski te odznaczają się często obniżoną zawartością cukru, soli, tłuszczu. Zazwyczaj produkty te są niskokaloryczne, gdyż zawierają bardzo dużo wody, co sprzyja w walce z otyłością, która jest coraz większym problemem w społeczeństwie. Przekąski wzbogacane są także w błonnik oraz witaminy, które również są ważnym elementem w zdrowym odżywianiu (Bustos i wsp. 2023). Konsumentów oczekują także od produktów, aby zachowywały jak najdłużej świeżość. Prowadzone są badania naukowe w celu opracowywania nowych produktów i zastosowania innowacyjnych technologii, które pozwalają na wydłużenie trwałości żywności. Jedną z takich metod jest zastosowanie ochronnych powłok jadalnych. Producenci zachęcają klientów do zakupu przekąsek warzywnych także poprzez wygodne, funkcjonalne opakowania, które zazwyczaj są w małej formie, idealnie nadające się do schowania w torebce czy plecaku (Kowalska i wsp. 2021).

Przekąska może być stosowana w celu poprawy nastroju, jako forma zwiększenia energii, ogranicznik głodu, lek przeciw stresowi, zamiennik posiłku, kontroler wagi, może być także nagrodą. Dlatego ważne jest, aby przy tak wielu możliwościach sięgnięcia po przekąskę, była ona odpowiednia dla naszego zdrowia, poprzez dostarczenie niezbędnych witamin i składników mineralnych. Przekąski warzywne są produktem spożywczym, który może być spożywany jako zamiennik zalecanej porcji warzyw.

Warzywa w diecie człowieka

Warzywa pełnią bardzo ważną rolę w diecie człowieka. W znaczącym stopniu przyczyniają się do utrzymania prawidłowego zdrowia, przez co powinny być nieodłącznym elementem w naszym jadłospisie. Warzywa i owoce odznaczają się wysoką zawartością błonnika pokarmowego oraz witamin. Oprócz wymienionych związków w warzywach występują także składniki charakteryzujące się działaniem bioaktywnym, m.in. flawonoidy, karotenoidy, związki fenolowe. Zgodnie z zaleceniami żywieniowymi opracowanymi przez Instytut Żywności i Żywienia, warzywa i owoce znalazły się u podstawy piramidy zdrowego żywienia, co sugeruje, że żywność tę powinno spożywać się najczęściej w ciągu dnia (Czapski 2015). Aktualnie zalecane jest spożywanie warzyw i owoców 5 razy dziennie. Ważne jest to szczególnie ze względu na obecność w nich substancji przeciwutleniających, które powinny być wprowadzane do organizmu. Warzywa

Streszczenie: Wraz ze wzrostem zainteresowania oraz poszerzeniem wiedzy konsumentów odnośnie zdrowego odżywiania, naukowcy i producenci starają się dostosować produkty do rosnących wymagań klientów. Obserwuje się stale powiększany asortyment produktów prozdrowotnych, zawierających składniki korzystnie wpływające na organizm człowieka, w tym różnego rodzaju przekąski, które mogą być spożywane poza domem. W pracy przybliżono znaczenie spożycia warzyw i możliwości wytworzenia przekąsek ze szczególnym uwzględnieniem wybranych technologii stosowanych w produkcji przekąsek warzywnych.

uważane są przez społeczeństwo jako integralna część zdrowej diety, jednak większość osób nie spełnia krajowych zaleceń dotyczących ich przyjmowania (Hoy i wsp. 2019).

Zgodnie z raportem WHO – Światowej Organizacji Zdrowia, niewielkie spożycie warzyw i owoców jest jedną z przyczyn wzrostu śmiertelności (Konopacka i wsp. 2014). Zgromadzono wiele wyników badań naukowych odnośnie zależności pomiędzy zwiększeniem spożycia warzyw i owoców, a zmniejszeniem występowania chorób dietozależnych np. nadciśnienia czy udaru. Istnieją dowody także na to, że dzięki spożywaniu warzyw i owoców możemy zapobiec przyrostowi masy ciała. Nadwaga jest najbardziej istotną przyczyną cukrzycy typu 2. Warzywa i owoce wpływają także na zmniejszenie możliwości wystąpienia chorób oczu, osteoporozy, a także demencji (Boeing i wsp. 2012).

Osoby dorosłe powinny spożywać minimum 400 g owoców i warzyw dziennie w celu obniżenia możliwości wystąpienia ryzyka chorób przewlekłych: rak, choroby serca, cukrzyca oraz otyłość (Płocharski i wsp. 2017). Kaloryczność warzyw jest niewielka, ze względu na wysoką zawartość wody. Najmniej kalorycznymi warzywami są pomidor i ogórek, zawierające ok. 15 kcal w 100 g produktu. W tabeli 1 zebrano zawartość poszczególnych składników w 100 g wybranych warzyw. Warzywa zawierają także składniki mineralne, takie jak magnez, wapń, fosfor, potas i żelazo. **Magnez** jest regulatorem w pracy układu nerwowego, pomaga w obniżaniu poziomu cholesterolu, stabilizuje ciśnienie tętnicze. Niedobór magnezu może przyczynić się do problemu z wypadaniem włosów, łamliwością paznokci, uczuciem zmęczenia, senności oraz podenerwowaniem (Flis i Konaszewska 2007). Wśród warzyw odznaczających się wysoką zawartością magnezu można wyróżnić szpinak, jarmuż, pasternak. **Wapń** pełni

↓ Tabela 1. Zawartość poszczególnych składników w 100 g wybranych warzyw.

Warzywo	Kalorie [kcal]	Węglowodany [g]	Wapń [mg]	Fosfor [mg]	Żelazo [mg]	Magnez [mg]	Potas [mg]	A [μg]	B1 [mg]	B2 [mg]	C [mg]
Brokuły	31	5,2	48	66	0,9	23	385	153	0,07	0,120	83,0
Buraki	42	9,2	41	17	1,7	17	348	2	0,020	0,050	10,0
Cebula	33	6,9	25	14	0,5	8	121	2	0	0,030	6,0
Dynia	33	7,7	66	43	0,8	14	278	496	0,050	0,120	8,0
Jarmuż	36	6,1	157	56	1,7	30	530	892	0,110	0,200	120,0
Marchew	33	8,7	36	32	0,5	16	282	1656	0,054	0,054	3,4
Ogórek	14	2,9	15	23	0,2	8	125	28	0,029	0,038	8,0
Papryka	32	6,6	13	31	0,6	11	255	528	0,040	0,120	144,0
Pomidor	19	4,1	9	21	0,5	8	282	107	0,064	0,042	23,0
Pasternak	65	15,5	41	73	0,7	25	490	3	0,090	0,018	17,0
Rabarbar	15	4,6	52	24	0,6	13	136	10	0,023	0,029	9,0
Seler	30	7,7	40	80	0,5	19	320	4	0,050	0,097	8,2
Szpinak	22	3,0	93	29	2,8	53	235	707	0,106	0,192	67,8

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Kunachowicz i wsp. 2017).

szereg funkcji w organizmie, przede wszystkim odpowiada za budulec kości oraz zębów, a także uczestniczy w regulowaniu gospodarki hormonalnej. Pełni także funkcję motoryczną, regulując skurcz mięśni (Szeleszczuk i Kulas 2014). Wapń znajduje się przede wszystkim w jarmużu, szpinaku oraz dyni. Fosfor – tak jak wapń, pełni rolę budulcową kości oraz zębów, jak również uczestniczy w energetycznych przemianach organizmu. Pomaga także w przemieszczaniu tłuszczów oraz białek. Bogate w fosfor są seler, pasternak, brokuły. **Potas** uczestniczy w przemianach komórkowych oraz energetycznych, pomaga w utrzymaniu prawidłowej kurczliwości mięśni. Wpływa na odpowiednie działanie układu nerwowego oraz pracę serca. Potas występuje przede wszystkim w jarmużu, pasternaku oraz brokułach (Roszkowski i Gawęcki 2017). **Żelazo** jest podstawowym składnikiem odżywczym praktycznie wszystkich organizmów. Niedobór tego pierwiastka występuje najpowszechniej ze wszystkich niedoborów pokarmowych, który wpływa na niedokrwistość (Artym 2008). W celu utrzymywania prawidłowej zawartości żelaza w organizmie należy spożywać: szpinak, jarmuż, buraki.

Do prawidłowego rozwoju organizmu, człowiek oprócz węglowodanów, białek, tłuszczów oraz składników mineralnych potrzebuje także witamin. Składniki te nazywane są związkami mineralnymi. Niedobór witamin w organizmie jest szkodliwy dla zdrowia. Potrzebne są one w prawidłowym przebiegu procesów życiowych (Flis i Konaszewska 2007). **Witamina A** pełni ważną funkcję przy widzeniu, uczestniczy w procesach mających miejsce w siatkówce. Brak witaminy A, może powodować tzw. „kurzą ślepotę”. Witamina ta sprzyja regeneracji komórek, jak również jest odpowiedzialna za wzrost tkanki kostnej oraz komórek nabłonkowych

(Gryczyńska i wsp. 2011). Produktami bogatymi w witaminę A są produkty żółte oraz zielone, takie jak marchew, dynia, szpinak, jarmuż. **Witamina B1** jest istotna pod wieloma względami a jej niedobór może powodować zaburzenia w układzie nerwowym, problemy z sercem oraz nieprawidłowe funkcjonowanie przewodu pokarmowego. Produkty bogate w witaminę B1 to szpinak, jarmuż i pasternak. **Witamina C** zapewnia odporność organizmu, jest czynnikiem odtruwającym oraz aktywatorem dużej ilości enzymów. Pełni ważną funkcję w oddychaniu komórkowym. Ponadto witamina C sprzyja gojeniu się ran, zapobiega miażdżycy oraz powoduje spadek ciśnienia krwi. Badania pokazują, że witamina C jest utleniaczem, który może zmniejszać powstawanie zmian nowotworowych (Nowak 2004). Witamina C znajduje się w papryce, jarmużu, brokułach.

Błonnik jest określany jako pozostałość ścian komórkowych roślin, zawarty w owocach i warzywach nie ulega trawieniu przez enzymy przewodu pokarmowego, wpływa na pracę układu trawiennego, obniża poziom cholesterolu oraz glukozy we krwi. Dieta zawierająca duże ilości błonnika pokarmowego ma korzystne działanie w walce z otyłością, ze względu na uczucie sytości utrzymujące się po jej spożyciu. Funkcją błonnika jest także wiązanie wody, kwasów żółciowych oraz absorbowanie metali (Hoy i wsp. 2019). Najwięcej błonnika znajduje się w marchwi, kukurydzy oraz kapuście białej i brokułach (tabela 2).

Zastosowanie technologii powlekania w projektowaniu przekąsek warzywnych

Przetwarzanie warzyw i owoców wiąże się ze znaczną ilością pozostałości w postaci skórek, nasion, miążgi. Produkty uboczne okazały się bogatym źródłem składników

odżywczych, głównie biopolimerów (m.in. polisacharydów), błonnika pokarmowego oraz związków bioaktywnych, które mogą być stosowane w produkcji folii i powłok jadalnych, czyli cienkich warstw materiału tworzonych na lub poza produktem (Andrade i wsp. 2016). Podczas produkcji oraz przechowywania w warzywach o minimalnym stopniu przetworzenia zachodzą procesy chemiczne oraz biochemiczne, które obniżają ich jakość (Złotek i Wójcik 2012). Efektem są zmiany fizjologiczne oraz mikrobiologiczne, na które wpływ mają ciepło, utlenianie, wilgotność, aktywność enzymatyczna, a także aktywność grzybów, drożdży oraz innych bakterii (Arnon-Rips i Povenerov 2018). Długotrwałe przechowywanie powoduje starzenie się warzyw, co z kolei sprzyja obniżeniu ich aktywności fizjologicznej oraz powoduje mniejsze zdolności przystosowawcze do niesprzyjających warunków otoczenia. Sposobem na ograniczenie takich procesów bez utraty charakterystycznych właściwości warzyw jest użycie powłok jadalnych (Silue i Fawole 2024). Jadalne powłoki zawierające środki przeciwdrobnoustrojowe i/lub inne funkcyjne dodatki do żywności, w tym środki przeciw brązowieńniu, barwniki, składniki odżywcze i przyprawy zyskują na znaczeniu jako potencjalne narzędzie zmniejszające szkodliwe zmiany w warzywach i owocach (Marquez i wsp. 2017). Utrata wartości odżywczych warzyw podczas przechowywania jest w dużym stopniu spowodowana wędnięciem, które związane jest z utratą wody. Zastosowanie powłok jadalnych wpływa na opóźnienie takich procesów, będąc barierą, która chroni warzywo przed nadmierną transpiracją. Powłoki jadalne przyczyniają się także do wolniejszego ubytku masy warzyw podczas przechowywania (Złotek i Wójcik 2012). Wydłużenie okresu przydatności produktów spożywczych jest bardzo ważne. Nawet kilkudniowe przedłużenie okresu przydatności do spożycia może być znaczącą korzyścią ekonomiczną dla firm spożywczych (Hassan i wsp. 2018). Konsumentom przy wyborze produktów żywnościowych skupiają się na ich jakości, dlatego podczas wyboru składnika, który zostanie użyty do powlekania warzyw istotne jest, aby odznaczał się korzystnym wpływem na zdrowie. Główne składniki, które występują w powłokach jadalnych to związki pochodzenia naturalnego. Takimi związkami są na przykład woski, polisacharydy, białka (Mikus i Galus 2020). Hydrofilowe powłoki na bazie polisacharydów mogą zapewniać barierę dla wilgoci, modyfikować atmosferę ochronną i wydłużyć okres przydatności do spożycia. Polisacharydy stosowane przy powlekanii to na przykład: skrobia, dekstryna, pektyna, celuloza i jej pochodne, chitozan, alginian, karagen. Powłoki na bazie białek stanowią doskonałą barierę dla dwutlenku węgla i tlenu, ale nie dla wody, odznaczają się także słabymi właściwościami mechanicznymi. Wśród białek największe zastosowanie w powlekanii znalazły: gluten, kolagen, kazeina i białko serwatkowe. Powłoki lipidowe to zazwyczaj woski, acyloglicerole lub kwasy tłuszczowe, które stosuje się głównie jako zabezpieczenie przed ubytkiem wody (Yousuf i wsp. 2018).

Powłok jadalnych nie należy mylić z filmami, ponieważ występują pomiędzy nimi różnice. Filmy jadalne są wstępnie

↓ **Tabela 2.** Zawartość błonnika pokarmowego w 100 g wybranych warzyw

Warzywo	Błonnik pokarmowy [g/100g części jadalnej]
Brokuły	2,5
Cebula	1,7
Kapusta biała	2,5
Kukurydza	3,3
Marchew	3,6
Ogórek	0,5
Seler naciowy	1,6
Pomidory	1,2

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Roszkowski i Gawęcki 2017).

uformowane, mają niezależne struktury, którymi żywność jest owijana lub zakrywana po ich uformowaniu, podczas gdy powłoki nanosi się lub formuje bezpośrednio na produktach spożywczych (Falguera i wsp. 2011). Najpierw powstają jadalne filmy w postaci cienkiej litej warstwy lub arkuszy, które są następnie nakładane jako opakowanie produktu spożywczego, np. w formie saszetki. Natomiast jadalne powłoki są nakładane w postaci płynnej na żywność, która ma być powlekana, zwykle przez zanurzenie produktu w roztworze substancji tworzących matrycę, takich jak węglowodany, białka, lipidy lub ich mieszaniny (Yousuf i wsp. 2018). Najbardziej pożądana powłoka jadalna musi łączyć wiele cech, takich jak wystarczająca aktywność przeciwdrobnoustrojowa, ochrona przed czynnikami środowiskowymi, zrównoważona przepuszczalność gazów i pary wodnej oraz wyjątkowo dobra przyczepność (Arnon-Rips i Povenerov 2018). Jadalne powłoki obecnie stanowią jedną z najbardziej obiecujących metod poprawy jakości i zdolności przechowywania świeżej bądź mało lub minimalnie przetworzonej żywności. Zwiększenie aktywności badawczej na temat żywności powlekanej wynika z rosnącego zainteresowania oraz poszerzania wiedzy przez konsumentów w zakresie bezpieczeństwa spożywanej żywności oraz jej zdrowotności. Świadomość niekorzystnego wpływu opakowań syntetycznych na środowisko wpłynęło na rozwój opakowań innowacyjnych, które są biodegradowalne i przyjazne dla planety, stosowane w celu zmniejszenia materiałów z polimerów z tworzyw sztucznych (Ribeiro i wsp. 2024).

Wybrane technologie stosowane w produkcji przekąsek warzywnych
Termiczne metody utrwalania żywności

Suszenie jest jedną z najstarszych metod utrwalania żywności. Polega na odparowaniu wody z materiału, co powoduje usunięcie części wody z produktu. Skutkiem zmniejszenia zawartości wody jest obniżenie jej aktywności, co sprawia, że produkt może zachować swoje właściwości przez długi czas nie wykazując objaw zepsucia. Wraz z obniżeniem

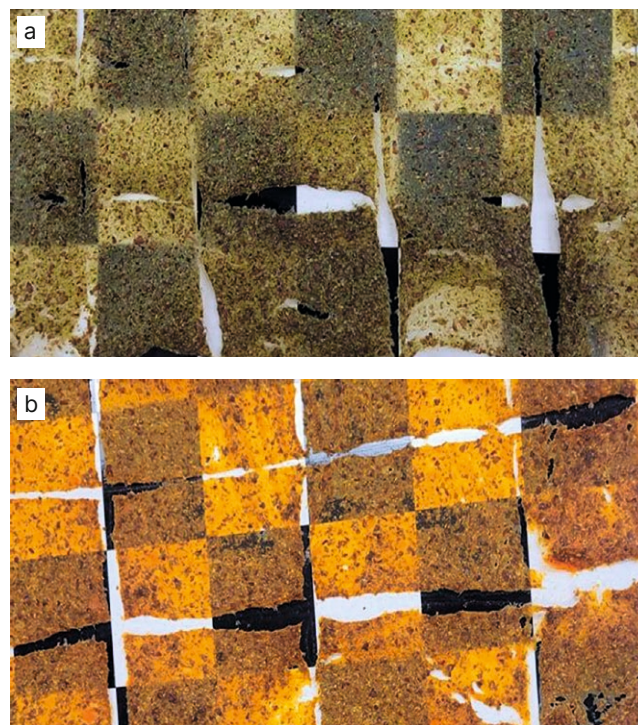
aktywności wody hamowany jest rozwój drobnoustrojów (Chobot i wsp. 2024). Surowce warzywne najczęściej poddawane suszeniu to głównie warzywa korzeniowe (burak, marchew, batat, pietruszka, seler), jak również jarmuż, pomidor, cebula. Przykładowe przekąski warzywne otrzymane z zastosowaniem procesu suszenia przedstawiono na rysunku 1. Korzyścią idącą z suszenia produktów jest możliwość ich granulacji oraz sprasowywania w formę bloków. Porównując wysuszony materiał z pierwotnym produktem można zauważyć, że odznacza się on mniejszą masą. Zaletą tego jest możliwość użycia opakowań w mniejszej ilości, mniejszych pomieszczeń magazynowych oraz środków transportowych (Nowicka i wsp. 2014). Suszenie konwekcyjne posiada także wady. Jakość produktu obniża się w wyniku oddziaływania gorącego powietrza (60-70°C) na surowiec przez długi czas, co wpływa na niekorzystne zmiany barwy, tekstury, smaku, aromatu oraz utratę składników odżywczych. Proces suszenia wymaga czasu oraz dostarczenia dużej ilości energii (Grzegory i Piotrowski 2013).

Sposobem na zachowanie wyższej wartości odżywczej produktów poddawanych suszeniu jest zastosowanie niższej temperatury oraz skrócenie czasu trwania procesu suszenia. Jedną z możliwości jest zastosowanie suszenia sublimacyjnego (liofilizacja). Proces ten polega na usunięciu wody z zamrożonego produktu wykorzystując zjawisko sublimacji, czyli przemiany lodu w parę, pomijając stan ciekły. Liofilizacja prowadzona jest w temperaturze 20-30°C. Brak fazy ciekłej oraz zastosowanie niższej temperatury niż w suszeniu konwekcyjnym sprawia, że uzyskany susz charakteryzuje się wyższą jakością. Zachowane są takie cechy produktu jak: barwa, smak, aromat, struktura. Ograniczone są także procesy utleniania. Suszenie sublimacyjne jest najlepszym sposobem na zachowanie pierwotnych cech produktu, natomiast odznacza się bardzo wysokim kosztem procesu, dlatego wykorzystywane jest bardzo rzadko na skalę przemysłową (Ciurzyńska i wsp. 2021).

Metody termiczne nie wiążą się tylko z doprowadzeniem ciepła, ale także z odprowadzeniem. Jedną z takich metod jest zamrażanie. Jest to proces polegający na szybkim schłodzeniu żywności, wykorzystując temperatury od -20 do -40°C, a następnie utrzymywaniu produktów w temperaturze poniżej -18°C. Metoda ta wstrzymuje rozwój oraz aktywność drobnoustrojów. Proces ten stosowany jest przede wszystkim w celu utrzymania trwałości produktów, które przechowywane są w niskich temperaturach (Krzysztofik i wsp. 2015). Mrożenie jest metodą, która pozwala zagospodarować surowiec, który został wyprodukowany w nadwyżce. Dzięki zamrażaniu możliwe jest tworzenie rezerw rynkowych żywności (Tereszkiewicz i wsp. 2018). Zamrażanie wykorzystywane jest przy produkcji przekąsek warzywnych jakimi są lody. Na rynku coraz częściej pojawiają się lody z dodatkiem warzyw, np. rabarbaru, marchwi, szpinaku.

Nietermiczne metody utrwalania żywności

Żywność, która nie jest poddawana żadnym zabiegom termicznym musi być wyprodukowana tak, aby była bezpieczna



↑ Rys. 1. Przykładowe przekąski warzywne brokułowo-kalafiorowe (a) i dyniowo-marchwiowe (b) otrzymane z zastosowaniem procesu suszenia

dla zdrowia w czasie transportu oraz przechowywania. Wykluczenie metod wysokotemperaturowych powoduje, iż nie można zupełnie wyeliminować drobnoustrojów, taki zabieg przyczynia się tylko do zmniejszenia ich liczby oraz ograniczenia ryzyka wzrostu. W celu zwiększenia trwałości produktów wykorzystuje się metody nietermicznego utrwalania. Jedną z takich metod jest sonifikacja ultradźwiękowa. Ultradźwięki są to fale akustyczne wykazujące częstotliwość powyżej 20 kHz. Metoda ta jest coraz częściej stosowana w przemyśle spożywczym w procesach przetwarzania oraz utrwalania żywności. Dzięki niszczeniu ścian i błon komórkowych możliwa jest inaktywacja mikroorganizmów. Metoda ta może być wykorzystywana przy produkcji sosów, soków oraz smoothies (Nowicka i wsp. 2014). Korzyścią ze stosowania ultradźwięków jest zmniejszenie zapotrzebowania na energię. Zastosowanie ultradźwięków w procesie obróbki wstępnej warzyw pozwala na skrócenie czasu zamrażania. Aktualnie prowadzone są badania nad zastosowaniem ultradźwięków jako obróbki wstępnej przed suszeniem. Suszenie przy pomocy ultradźwięków jest przyjazne dla środowiska oraz korzystnie wpływa na jakość produktu końcowego (Konopacka i wsp. 2015).

Zastosowanie wysokich ciśnień jest jedną z nowych metod utrwalania żywności. Polega na nietermicznym usuwaniu drobnoustrojów wykorzystując wysokie ciśnienie hydrostatyczne rzędu 100-1000 MPa, UHP (ang. *ultra high pressure*) lub HHP (ang. *high hydrostatic pressure*). Wykorzystując tę metodę można uzyskać sterylny produkt, bez konieczności używania wysokich temperatur, który pozwala na inaktywację

bakterii gram-ujemnych, pleśni oraz drożdży, co wpływa na przedłużenie okresu przydatności do spożycia. Zastosowanie wysokich ciśnień pozwala na uzyskanie produktów bezpiecznych pod względem mikrobiologicznym oraz zachowania wartości żywieniowych. Jakość sensoryczna jest zbliżona do produktów nie poddanych utrwaleniu (Szczepańska i wsp. 2017).

Inną metodą jest utrwalanie radiacyjne żywności, w którym wykorzystywane jest promieniowanie jonizujące. W produktach mało przetworzonych wykorzystywane są średnie dawki promieniowania (1-10 kGy). Zaletami tej metody jest niewielki wzrost temperatury, możliwość utrwalania produktu w opakowaniu, obniżenie liczby mikroorganizmów oraz hamowanie ich rozwoju, niszczenie patogenów, które powodują zatrucia pokarmowe. Zmniejszenie liczby drobnoustrojów chorobotwórczych wpływa na wydłużenie okresu przydatności do spożycia. Żywność utrwalana radiacyjnie nie jest toksyczna ani radioaktywna (Nowicka i wsp. 2014).

Jedną z nowoczesnych, nietermicznych metod utrwalania żywności jest pulsacyjne pole elektryczne (ang. PEF – *pulsed electric field*). Korzyścią tej metody w porównaniu z metodami termicznymi jest uzyskanie produktów o wyższej zawartości fitoizoliutów oraz składników odżywczych. Zastosowanie PEF wpływa także na skrócenie czasu obróbki żywności, zminimalizowanie kosztów energii oraz zapobieganie niekorzystnemu oddziaływaniu na środowisko. Proces ten polega na działaniu krótkimi impulsami wysokiego napięcia na materiał, który jest umieszczony pomiędzy elektrodami przez kilka mikro lub milisekund, dzięki czemu produkt nie ogrzewa się. Pulsacyjne pole elektryczne jest alternatywą dla wstępnych procesów obróbki produktów przed suszeniem, takich jak rozdrabnianie oraz blanszowanie (Góral i Góral 2017). PEF stosowane jest także w procesach ekstrakcji, np. podczas procesu tłoczenia soku. W wyniku zastosowania tej metody tłoczone soki charakteryzują się większą klarownością oraz zawartością suchej masy. Pulsacyjne pole elektryczne stanowi duży potencjał we wspomaganiu procesów technologicznych (Wiktor i Witrowa Rajchert 2012).

Zastosowanie odwadniania osmotycznego powoduje częściowe usunięcie wody, która występuje w surowcu. Polega na zanurzeniu tkanki roślinnej w roztworze, który wytwarza wysokie ciśnienie osmotyczne oraz powoduje obniżenie aktywności wody w surowcu. Proces ten powoduje różne zmiany chemiczne oraz fizyczne, w zależności od zastosowanych parametrów. W surowcu nie zachodzą niepożądane zmiany, gdyż usuwanie wody z produktu zachodzi bez przemiany fazowej. Odwadnianie osmotyczne umożliwia otrzymanie żywności o wysokiej jakości oraz o zachowanych właściwościach odżywczych i organoleptycznych (Kowalska i wsp. 2021).

Zainteresowanie żywnością świeżą, o długim okresie przydatności do spożycia oraz małym stopniu przetworzenia spowodowało rozwój nowych technik pakowania. Jednym z rodzajów pakowania żywności jest MAP (ang. *modified atmosphere packaging*), czyli pakowanie w atmosferze

ochronnej. Polega na zastosowaniu mieszaniny gazów w opakowaniu (tlen, dwutlenek węgla oraz azot). Odpowiedni skład mieszaniny oraz niska temperatura sprzyja przedłużeniu okresu ważności produktu. Żywność pakowana w modyfikowanej atmosferze jest chroniona przed działaniem czynników zewnętrznych, dzięki czemu zapewniona jest dłużej świeżość oraz bezpieczeństwo produktu (Ghidelli, C., and Perez-Gago 2018).

Podsumowanie

Zaprezentowano korzystny wpływ warzyw na organizm człowieka, właściwości jakie pełnią warzywa oraz jak często powinno spożywać się warzywa w ciągu dnia. Przedstawiono także zastosowanie powłok jadalnych przy produkcji przekąsek warzywnych, które ograniczają utratę właściwości warzyw podczas przechowywania. Scharakteryzowane zostały metody termiczne oraz nietermiczne stosowane w utrwalaniu warzyw. Z uwagi na coraz większe zainteresowanie oraz ogólny trend na zdrowy tryb życia, w najbliższym czasie rynek przekąsek warzywnych będzie stale się rozwijał. Wpływ na to ma też zapotrzebowanie konsumentów na żywność wygodną i łatwą do spożycia poza domem i jednocześnie zgodną z aktualnymi zaleceniami żywieniowymi. W produkcji przekąsek stosowane są lub testowane nowe techniki, m.in. nietermiczne metody utrwalania lub powlekanie żywności minimalnie przetworzonej, które umożliwiają projektowanie przekąsek warzywnych o zróżnicowanej strukturze oraz właściwościach sensorycznych.

Literatura

- [1] Andrade R., Ferreira S.M., Goncalves E. (2016): Development and characterization of edible films based on fruit and vegetable residues. *Journal of Food Science*, 81, 1–7.
- [2] Arnon-Rips H., Povenerov E. (2018): Improving food products' quality and storability by using layer by layer edible coatings. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 81–92.
- [3] Artym J. (2008): Udział laktoferryiny w gospodarce żelazem w organizmie. Część I. Wpływ laktoferryiny na wchłanianie, transport i magazynowanie żelaza. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 62, 599–611.
- [4] Boeing H., Bechthold A., Bub A., Ellinger S., Haller D., Kroke A., Leschik-Bonnet E., Muller M.J., Oberitter H., Schulze M., Stehle P., Watzl B. (2012): Vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *European Journal of Nutrition*, 51, 637–663.
- [5] Bustos, A.Y., Font, G., & Taranto, M.P. (2023): Fruit and vegetable snacks as carriers of probiotics and bioactive compounds: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(6), 3211–3223.
- [6] Chobot, M., Kozłowska, M., Ignaczak, A., Kowalska, H. (2024): Development of drying and roasting processes for the production of plant-based pro-healthy snacks in the light of nutritional trends and sustainable techniques, *Trends in Food Science & Technology* 149.
- [7] Ciurzyńska, A., Falacinska, J., Kowalska, H., Kowalska, J., Galus, S., Marzec, A., Domian, E. (2021): The Effect of Pre-Treatment

- (Blanching, Ultrasound and Freezing) on Quality of Freeze-Dried Red Beets, *Foods*, 10, 10(1), 132.
- [8] Czapski J. (2015): Owoce i warzywa oraz ich przetwory, *Żywność prozdrowotna. Składniki i technologia*, (red. D. Górecka). Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań, 320–336.
 - [9] Falguera V., Quintero J.P., Jimenez A., Munoz J.A., Ibarz A. (2011): Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 292–303.
 - [10] Flis K., Konaszewska W. (2007): Podstawy Żywienia Człowieka, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
 - [11] Ghidelli, C., Perez-Gago, M.B. (2018). Recent advances in modified atmosphere packaging and edible coatings to maintain quality of fresh-cut fruits and vegetables, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58, 662–679.
 - [12] Góral M., Góral D. (2017): Zastosowanie pulsacyjnego pola elektrycznego do produkcji żywności wzbogaconej. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*, 21, 13–18.
 - [13] Gryczyńska A., Gryczyńska B., Opala B. (2011): Karotenoidy. Naturalne źródła, biosynteza, wpływ na organizm ludzki. *Postępy Fitoterapii*, 2, 127–143.
 - [14] Grzegory P., Piotrowski D. (2013): Suszenie surowców roślinnych wybranymi sposobami. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1, 92–95.
 - [15] Hassan B., Chatha S.A.S., Hussain A.I., Zia K.M., Akhtar N. (2018): Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 1095–1107.
 - [16] Hoy M.K., Rhonda S.S., Goldman J.D., Enns C.W., Moshfegh A.J. (2019): Consuming vegetable based salad is associated with higher nutrient intakes and diet quality among us adults, what we eat in America, National health and nutrition examination survey 2011–2014. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 2, 1–8.
 - [17] Konopacka D., Rutkowski K.P., Płocharski W.J. (2014): Owoce i warzywa jako składnik zdrowej diety człowieka. Składniki bioaktywne surowców i produktów roślinnych, (red. J. Słupski, T. Tarko, I. Drożdż). Wydawnictwo Oddział Małopolski Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Kraków, 46–57.
 - [18] Kowalska, H., Marzec, A., Domian, E., Kowalska, J., Ciurzyńska, A., Galus, S. (2021): Edible coatings as osmotic dehydration pretreatment in nutrient-enhanced fruit or vegetable snacks development: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20, 5641–5674.
 - [19] Krzysztofik B., Dróżdż T., Sobol Z., Nawara P., Wrona P. (2015): Metody utrwalania żywności. Metody zabezpieczania i utrwalania surowców oraz produktów żywnościowych, (red. R. Michałek, J. Haman). Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków, 24–67.
 - [20] Kunachowicz H., Przygoda B., Nadolna I., Iwanow K. (2017): Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 49–847.
 - [21] Marquez G.R., Di Pierro P., Mariniello L., Esposito M., Gio-safatto C.V.L., Porta R. (2017): Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin edible films. *LWT – Food Science and Technology*, 75, 124–130.
 - [22] Mikus, M., and Galus, S. (2020). Food coating - Materials, methods and application in the food industry, *Food Science Technology Quality*, 125, 5–24.
 - [23] Nowak R. (2004): Natura- nieocenione źródło kwasu askorbinowego. *Postępy Fitoterapii*, 1, 14–18.
 - [24] Nowicka P., Wojdyło A., Oszmiański J., (2014): Zagrożenia powstające w żywności minimalnie przetworzonej i skuteczne metody ich eliminacji. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2, 5–18.
 - [25] Płocharski W., Markowski J., Rutkowski K., Konopacka D. (2017): Polityka żywieniowa - zalecenia organizacji międzynarodowych. Wartości odżywcze i zdrowotne owoców i warzyw (red. J. Miszczak), wydawnictwo Instytut Ogrodnictwa, Skier-niewice, 12–16.
 - [26] Ribeiro, I.S., Maciel, G.M., Bortolini, D.G., Fernandes, I. d. A.A., Maroldi, W.V., Pedro, A.C., Rubio, F.T.V., and Hami-niuk, C.W.I. (2024). Sustainable innovations in edible films and coatings: An overview, *Trends in Food Science & Techno-logy*, 143, 104272.
 - [27] Roszkowski W., Gawęcki J. (2017): Owoce i warzywa w żywie-niu człowieka. W: Warzywa i owoce. Przetwórstwo i rola w żywieniu człowieka (red. J. Gawęcki, J. Czapski), Wydaw-nictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań, 320–326.
 - [28] Silue, Y., Fawole, O.A. (2024): Global Research Network Ana-lysis of Edible Coatings and Films for Preserving Perishable Fruit Crops: Current Status and Future Directions, *Foods*, 13, 2321.
 - [29] Szczepańska J., Marszałek K., Skąpska S. (2017): Zastosowanie wysokich ciśnień do utrwalania soków NFC. *Przemysł Fermen-tacyjny i Owocowo-Warzywny*, 11, 48–52.
 - [30] Szeleszczuk Ł., Kuras M. (2014): Znaczenie wapnia w metabo-lizmie człowieka i czynniki wpływające na jego biodostępność w diecie, *Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego Warszaw-skiego Uniwersytetu Medycznego*, 3, 16–22.
 - [31] Tereszkievicz K., Pigoń M., Molenda P., Choroszy K. (2018): Wpływ warunków przechowywania zamrażalniczego na wybrane parametry jakościowe mięsa drobiowego i wieprzo-wego. *Logistyka*, 6, 1137–1140.
 - [32] Wiktor A., Witrowa-Rajchert D. (2012): Zastosowanie pulsa-cyjnego pola elektrycznego do wspomaganie procesów usuwa-nia wody z tkanek roślinnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2, 22–32.
 - [33] Yousuf B., Qardi O.S., Srivastava A.K. (2018): Recent develop-ments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *LWT – Food Science and Technology*, 89, 198–209.
 - [34] Złotek U., Wójcik W. (2012): Wpływ powlekania chitozanem korzeni pietruszki. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4, 75–85.

 **Sabina Galus, Aleksandra Ziemska** – Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Instytut Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Zrównoważony rozwój w odniesieniu do opakowań

Hanna Żakowska

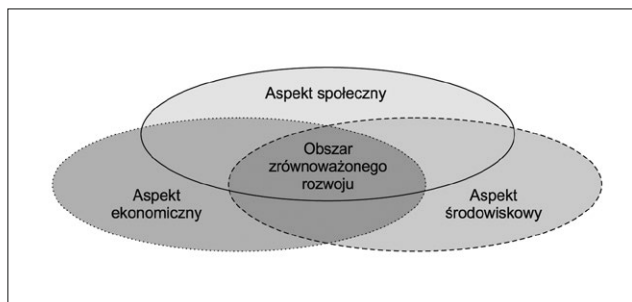
1. Model oceny zrównoważonego rozwoju dla opakowań

Koncepcja zrównoważonego rozwoju podkreśla potrzebę uwzględnienia w działalności gospodarczej, oprócz wymiaru ekonomicznego, również czynników społecznych i środowiskowych, w celu zaspokojenia potrzeb nie tylko obecnego, ale i przyszłych pokoleń.

W praktyce produkcyjnej oznacza odpowiedzialne wprowadzanie na rynek wyrobów, dla których wytwórcy dokonali oceny pod kątem różnych aspektów środowiskowych, społecznych i ekonomicznych. Ocena taka powinna uwzględniać równorzędne traktowanie ustalonych kryteriów z obszaru zrównoważonego rozwoju w całym cyklu życia wyrobu (projektowanie, wytwarzanie, użytkowanie, odzysk odpadów). Obszar zrównoważonego rozwoju przedstawiono na rys. 1.

Przedstawiony na rysunku obszar zrównoważonego rozwoju, jako część wspólna dla trzech aspektów, pozostaje jednak w przypadku opakowań obszarem modelowym, który ze względu na mnogość kryteriów oceny jest trudny do zdefiniowania w sposób bardziej praktyczny.

Teoretycznie opakowania zgodne z zasadą zrównoważonego rozwoju (opakowania zrównoważone) to takie, dla których potwierdzono jednocześnie spełnienie wyższych standardów środowiskowych, ekonomicznych i społecznych w porównaniu z opakowaniami konwencjonalnymi. Podwyższone standardy powinny dotyczyć wszystkich etapów cyklu życia opakowań, począwszy od procesu wytwórczego i łańcucha dostaw, poprzez zapotrzebowanie na surowce, sposoby przetwarzania, następnie pakowanie, dystrybucję, aż po użytkowanie i etap zagospodarowania odpadów, włączając w to procesy transportu. Jednocześnie powinny dorównywać opakowaniom konwencjonalnym lub nawet je przewyższać pod względem cech użytkowych i jakości, odpowiadać współczesnej wiedzy na temat ochrony środowiska, a także wносить nowe możliwości postępowania z odpadami i procesami odzysku. Dodatkowe problemy przy definiowaniu „opakowań zrównoważonych” są związane z dużą różnorodnością



↑ Rys. 1. Obszar zrównoważonego rozwoju¹

materiałów opakowaniowych i ich kombinacji oraz różnymi zastosowaniami i funkcjami opakowań. Trudno zatem wprowadzić dla nich bardziej szczegółową definicję zgodności z zasadą zrównoważonego rozwoju i ustalić jednolite kryteria oceny, a dokonanie takiej złożonej ewaluacji wymagałoby skomplikowanych znormalizowanych procedur obliczeniowych przy użyciu zaawansowanych technologii informatycznych. Z tego względu ważne jest ustalenie kryteriów podstawowych, a do porównania określonych opakowań stosowanych do takich samych celów należy dobierać kryteria, które są odpowiednie do określonego zastosowania.

Przykładowe kryteria oceny odnoszące się do aspektu środowiskowego, ekonomicznego i społecznego, które należy wziąć pod uwagę, rozważając kwestię opakowań zrównoważonych, zostały określone w rozdziałach 2–4.

2. Aspekty środowiskowe

Oceniając opakowania pod względem aspektów środowiskowych, można wykorzystać:

- metodę LCA;
- analizę pochodzenia materiałów opakowaniowych (ze źródeł odnawialnych lub z ich udziałem);
- certyfikację opakowań potwierdzającą spełnienie dodatkowych wymagań związanych z ochroną środowiska itp.

Dokonując oceny cyklu życia (LCA) pod kątem aspektów środowiskowych, należy wziąć pod uwagę różne opakowania o podobnym zastosowaniu. W ramach oceny zewidencjonowane zostają ilościowo różne kategorie potencjalnych wpływów środowiskowych: czynniki rakotwórcze, emisje związków organicznych, emisje związków nieorganicznych, zmiany klimatu, promieniowanie, zniszczenia warstwy ozonowej, ekotoksyczność, zakwaszenie/eutrofizacja, wykorzystanie terenu, wykorzystanie surowców mineralnych, zużycie paliw kopalnych, które można przeliczyć na trzy kategorie

Koncepcja zrównoważonego rozwoju podkreśla potrzebę uwzględnienia w działalności gospodarczej, oprócz wymiaru ekonomicznego, również czynników społecznych i środowiskowych, w celu zaspokojenia potrzeb nie tylko obecnego, ale i przyszłych pokoleń.

szkód środowiskowych: życie ludzkie, jakość ekosystemu, zużycie surowców.

Obecna światowa eksploatacja źródeł nieodnawialnych w postaci paliw kopalnych (węgiel kamienny, węgiel brunatny, torf, ropa naftowa i gaz ziemny) w wieloletniej perspektywie prowadzi do wyczerpywania ich zasobów, co może grozić niedoborem dla przyszłych pokoleń. Z tego względu istotne jest szersze wykorzystywanie źródeł odnawialnych, co pozwala na oszczędne gospodarowanie zasobami środowiska. Wykorzystywanie surowców pochodzenia roślinnego, stanowiących źródła odnawialne, jest zgodne z zasadą zrównoważonego rozwoju i umożliwia oszczędności w zużyciu nieodnawialnych surowców kopalnych, których zasoby są ograniczone.

Spełnienie wymagań wyższych niż stanowi obowiązujące prawo, w tym dobrowolna certyfikacja w zakresie ochrony środowiska, może stanowić dodatkowe argumenty świadczące o realizacji zasady zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do opakowań. W Unii Europejskiej dla wielu wyrobów, w tym opakowań, wprowadzane są dobrowolne systemy oceny pod kątem określonych kryteriów. Dla przykładu można przywołać takie systemy, jak:

- certyfikacja wyrobów kompostowalnych;
- certyfikacja wyrobów zawierających źródła odnawialne;
- certyfikacja lub deklaracja przydatności do recyklingu;
- potwierdzenie obniżenia wskaźników emisji gazów cieplarnianych itp.

Systemy te związane są z oznaczaniem opakowań specjalnymi znakami zawierającymi informacje dla konsumentów.

3. Aspekty społeczne

W ocenie opakowań pod względem aspektów społecznych można uwzględnić takie elementy, jak:

- Spełnienie oczekiwań użytkowników/konsumentów.

Opakowania powinny oferować atrakcyjny wygląd, wysoki komfort użytkowania, ergonomiczny kształt, zapewniać wytrzymałość i bezpieczeństwo użytkowania, uwzględniać przyzwyczajenie konsumentów itp.

- Dostępność systemów odbioru odpadów opakowaniowych i technologii odzysku.

Wprowadzenie na rynek opakowania lub wyrobu w opakowaniu powinno uwzględniać dostępne na danym rynku systemy odbioru odpadów opakowaniowych oraz technologie odzysku, w tym recyklingu. W przypadku braku takich systemów powstałe odpady opakowaniowe będą kierowane na składowiska (marnotrawstwo surowców i energii zawartych w materiałach opakowaniowych).

- Poziom wiedzy i edukacji użytkowników/konsumentów.

Akceptacja rynkowa oraz społeczna nowych rozwiązań technicznych i technologicznych korzystnych dla środowiska wymaga wysokiego stopnia uświadomienia mieszkańców, co jest związane ze znacznymi nakładami na informację i edukację. W dużym stopniu zależy od

Obecna światowa eksploatacja źródeł nieodnawialnych w postaci paliw kopalnych (węgiel kamienny, węgiel brunatny, torf, ropa naftowa i gaz ziemny) w wieloletniej perspektywie prowadzi do wyczerpywania ich zasobów, co może grozić niedoborem dla przyszłych pokoleń.

poziomu wiedzy powszechnej (całego społeczeństwa), specjalistycznej (administracja rządowa i samorządowa, firmy usług komunalnych, organizacje odzysku itd.), świadomości i odpowiedzialności w jednostkach przemysłowych i handlowych (przedsiębiorstwa łańcucha opakowaniowego) itp.

- Regulacje prawne i normatywne określające wymagania dla określonych grup opakowań.

Opakowania zrównoważone powinny spełniać ustalone prawnie standardy związane z wprowadzaniem na rynek określonych grup opakowań. Dla przykładu wymagania:

- jakości zdrowotnej dla opakowań do kontaktu z żywnością;
- dla opakowania do transportu towarów niebezpiecznych;
- związane z ochroną środowiska itd.

4. Aspekty ekonomiczne

W ocenie opakowań pod względem aspektów ekonomicznych można uwzględnić takie czynniki, jak:

- Zapotrzebowanie rynku.

Wprowadzenie określonego opakowania na rynek, a w szczególności jego cena wynikająca z kosztów wytwarzania, powinny być poprzedzone analizą zapotrzebowania potencjalnych odbiorców. Dla przykładu z badań ankietowych COBRO² wynika, że najważniejszym czynnikiem wpływającym na decyzje produkcyjne przedsiębiorstw jest cena, a następnie właściwości i dostępność. W przypadku opakowań kompostowalnych dla 52% firm akceptowana jest cena w granicach obecnych cen klasycznych tworzyw polimerowych, ale jednocześnie 22% jest gotowych ponieść wyższe koszty w granicach 100%–150%.

- Ocena cyklu życia pod kątem kosztów (LCC). Koszty procesów w całym cyklu życia.

Oceny kosztów różnych procesów składających się na cykl życia opakowania można ocenić przy użyciu metody LCA, uwzględniając jedynie koszty. Można w ten sposób ocenić poszczególne procesy i ich udział w kosztach ogólnych.

- Wybór materiału uzasadniony ekonomicznie.

Materiały opakowaniowe powinny być dobrane przy użyciu takich narzędzi oceny, jak:

- badania rynku;
- analiza ryzyka;
- analiza portfolio producentów/dostawców.

- Ocena efektów zewnętrznych.

Podjęte przez producentów i konsumentów decyzje w skali mikroekonomicznej wpływają na pojawienie się efektów zewnętrznych, które można podzielić na:

- pozytywne (korzyści społeczne);
- negatywne (koszty społeczne).

Pozytywne efekty zewnętrzne mają miejsce, gdy działania producentów i konsumentów korzystnie wpływają na całe społeczeństwo. Za te korzyści producenci ani konsumenci nie są wynagradzani.

Negatywne efekty zewnętrzne mogą powstać w przypadku stosowania niektórych opakowań (np. opakowań wielomateriałowych lub składających się z różnych tworzyw polimerowych). Koszty zbiórki i recyklingu odpadów (selektywna zbiórka, następnie konieczność segregacji odpadów na poszczególne grupy jednolite materiałowo, przygotowanie do przetwórstwa itd.) należą do największych. Koszty te w małym stopniu obciążają przedsiębiorców i stanowią obciążenie dla społeczeństwa w postaci kosztów społecznych. Rozpatrując z kolei opakowania biodegradowalne, przydatne do kompostowania w warunkach przemysłowych lub w warunkach kompostowników przydomowych, możemy zaobserwować korzystne efekty zewnętrzne. Przedsiębiorca, który wprowadza je na rynek, ponosi większe koszty, za które nie jest wynagradzany. Podobnie konsument, płacąc wyższą cenę za opakowanie. Jednocześnie wywołuje to pozytywny efekt dla społeczeństwa w postaci akceptowanej ekologicznej metody odzysku odpadów – kompostowania, które jest zdecydowanie tańsze niż recykling materiałowy lub spalanie z odzyskiem energii. Natomiast podczas kompostowania zużytych opakowań w kompostowniku przydomowym nie pojawiają się koszty recyklingu organicznego.

Negatywne efekty zewnętrzne występują w przypadku opakowań, których koszty selektywnej zbiórki, segregacji, przygotowania do przetwórstwa oraz recyklingu są niewspółmiernie wyższe niż opłaty związane z obowiązkiem odzysku i recyklingu (Ustawa o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi).

5. Opakowania zrównoważone – więcej niż stanowi prawo

W wielu przypadkach duże przedsiębiorstwa oraz międzynarodowe korporacje są przedmiotem obserwacji zarówno ze strony konsumentów, jak i proekologicznych organizacji pozarządowych, dlatego uważa się, że na nich spoczywa największa odpowiedzialność za realizację zasady zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do własnej produkcji. Z tego względu starają się wprowadzać wyższe standardy w zakresie ochrony środowiska, niż przewidują obowiązujące przepisy prawne, i składają wiele deklaracji w tym zakresie.

Tendencja ta dotyczy również branży opakowaniowej. Dużego znaczenia nabiera projektowanie, wytwarzanie i użytkowanie opakowań zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, a także minimalizowanie negatywnego wpływu

W wielu przypadkach duże przedsiębiorstwa oraz międzynarodowe korporacje są przedmiotem obserwacji zarówno ze strony konsumentów, jak i proekologicznych organizacji pozarządowych, dlatego uważa się, że na nich spoczywa największa odpowiedzialność za realizację zasady zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do własnej produkcji.

opakowań na stan środowiska w całym cyklu ich obrotu, przy uwzględnieniu również etapu powstawania odpadów opakowaniowych. Tematyka opakowań w kontekście zrównoważonego rozwoju jest przedmiotem rozważań teoretycznych prowadzonych w środowisku naukowym, koncentrujących się – dla przykładu – na filozofii postępowania zakładającego procesowe doskonalenie w obszarach: środowisko, gospodarka, społeczeństwo³.

Do licznych dyskusji dochodzi również w ramach różnych organizacji i stowarzyszeń skupiających sferę przemysłową. Do tej pory nie udało się wypracować jednolitych zasad, kryteriów i definicji opakowań zrównoważonych (ang. *sustainable packaging*). Można przywołać propozycje opracowane przez różne organizacje, poniżej przedstawiono kilka przykładów o ujęciu bardziej praktycznym.

Według EUROPEN współczesna wizja opakowań zrównoważonych⁴ opiera się na następujących przesłankach:

- opakowania powinny być zaprojektowane w powiązaniu z pakowanym towarem w taki sposób, aby zminimalizować wpływ takiej całościowej kombinacji na środowisko;
- przy produkcji opakowań należy odpowiedzialnie wykorzystywać surowce;
- opakowania powinny skutecznie zabezpieczyć wprowadzone na rynek wyroby w całym cyklu ich obrotu towarowego;
- opakowania powinny spełniać kryteria funkcjonalności i ekonomiczne;
- opakowania powinny spełniać oczekiwania konsumentów;
- opakowania powinny zapewniać efektywne odzyskiwanie materiałów z powstałych odpadów opakowaniowych, a jeśli nie jest to uzasadnione ekonomicznie – odzyskiwanie energii.

Definicja ustalona przez Koalicję Zrównoważonych Opakowań (*The Sustainable Packaging Coalition*)⁵ ma bardziej ogólny charakter. Opakowanie zrównoważone:

- jest korzystne, bezpieczne i przyjazne dla jednostek i społeczności w całym cyklu życia;
- spełnia wymagania rynkowe pod względem cech użytkowych i kosztów wytwarzania;
- jest wytwarzane, transportowane i poddane recyklingowi przy użyciu odnawialnych źródeł energii;
- w sposób optymalny wykorzystano w nim surowce odnawialne i z recyklingu;

- zostało wykonane przy użyciu technologii czystej produkcji oraz najlepszych dostępnych praktyk;
- wykonane jest z materiałów przyjaznych środowisku w całym swoim cyklu życia;
- jest zaprojektowane, by w sposób optymalny wykorzystać materiały i energię;
- jest przydatne do odzysku i wykorzystane w zamkniętym cyklu biologicznym i/lub przemysłowym.

Kolejna definicja opakowań zrównoważonych opracowana przez Światową Organizację Opakowań (*World Packaging Organisation*) podkreśla potrzebę dążenia do osiągnięcia harmonii między potrzebami ludzi i biznesu, uwzględniając następujące postulaty⁶:

- opakowanie powinno być zaprojektowane w sposób całościowy. Oznacza to, że projekt opakowania powinien być tworzony w połączeniu z pakowanym wyrobem, aby zoptymalizować wpływ wewnętrznego i zewnętrznego środowiska, z którym opakowanie wchodzi w kontakt;
- do produkcji opakowań powinno się używać materiałów pozyskiwanych w odpowiedzialny sposób;
- produkt i opakowanie muszą realizować potrzeby rynku przy zachowaniu konkurencyjnych kosztów;
- w procesach produkcji należy stosować czyste dla środowiska naturalnego technologie oraz bezpieczne urządzenia;
- użyte do produkcji materiały opakowaniowe powinny dawać się łatwo odzyskiwać po ich pierwotnym zastosowaniu;
- na ile jest to wykonalne, energia wykorzystywana do produkcji i dystrybucji powinna pochodzić ze źródeł odnawialnych.

Przypisy

- 1 ŻAKOWSKA H.: *Draft Advisory Scheme – Comprehensive Guide to Bioplastics, project Plastice (3CE368P1) Innovative value chain development for sustainable plastics in Central Europe*. Central Europe Programme, 2012.
- 2 ŻAKOWSKA H.: *Raport końcowy COBRO Projektu SKROBIO-MAT: Modyfikacja i funkcjonalizacja surowców biopolimerowych pochodzących z przetwórstwa zbożowo-młynarskiego do opracowania biomateriałów nowej generacji*. Lider projektu Instytut Biopolimerów i Włókien Chemicznych w Łodzi, partnerzy: Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie, Lubella Sp. z o.o. S.K.A w Lublinie, COBRO-Instytut Badawczy Opakowań w Warszawie (2012–2016).
- 3 LISIŃSKA-KUŚNIEZ M.: *Idea pakowania zrównoważonego*. „Opakowanie” 8/2010.
- 4 CARROLL J.: *Packaging and Sustainability: Past, Present and Future*. EUROPEN Seminar BEYOND COMPLIANCE? Packaging in the Sustainability Agenda, 26th May 2009, Brussels.
- 5 Definition of Sustainable Packaging. The Sustainable Packaging Coalition (SPC), version 2, August 2011.
- 6 Dane ze strony internetowej [www.worldpackaging.org].

Fragment pochodzi z książki: *Opakowania a środowisko*.

Wymagania, standardy, projektowanie, znakowanie,

Hanna Żakowska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017

Reklama

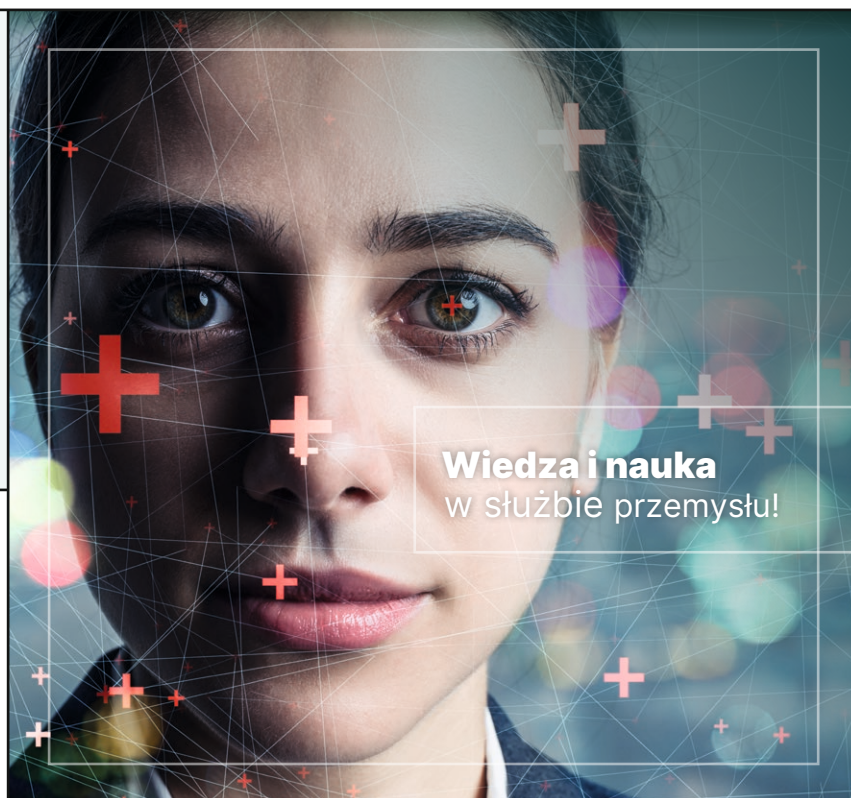
Interesują Cię badania i nowe technologie w dziedzinie ważenia, dozowania i pakowania?

Nasz kwartalnik łączy naukę z praktyką – sprawdź, co nowego dzieje się w świecie przemysłowych innowacji!

Zamów prenumeratę:
prenumerata@industrialpublisher.com

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**

kwartalnik techniczno-informacyjny



Wiedza i nauka
w służbie przemysłu!

Innowacje i osiągnięcia w przemyśle opakowań z papieru i tektury do żywności, napojów i innych produktów konsumpcyjnych przeznaczonych do szybkiego obrotu

 R. Coles

1. Wprowadzenie

Przemysł opakowań z papieru i zawierających papier jest przygotowany na komercyjne wymagania przyszłości, wynikające z rozwijających się celów marketingowych, ekonomicznych, łańcucha dostaw i zrównoważonego rozwoju. Jest też przystosowany do trendów demograficznych oraz zmieniających się stylów życia i systemów wartości. W niniejszym rozdziale omówiono innowacje pojawiające się w produkcji papieru i tektury oraz w obrębie szerokiej gamy form opakowań, jednocześnie podkreślając wielofunkcyjność dostępnych projektów.

Materiały z papieru i tektury można zadrukowywać, sklejać, przycinać, zaginać i formować wykroje. Jednak z tego względu, że przepuszczają gazy, wilgoć, oleje i tłuszcze, w wielu przypadkach wymagają zabezpieczenia w postaci powłok lub laminacji, które można wykonywać ze specjalistycznych materiałów, tworzyw sztucznych i materiałów barierowych, takich jak folia aluminiowa. Ich celem jest zwiększenie zakresu zastosowań w opakowalnictwie i wydłużenie czasu przechowywania pakowanych produktów na półkach sklepowych.

1.1. Siły napędowe innowacji

W przemyśle papieru i tektury opracowywane są materiały, procesy i systemy opakowań, które cechują się elastycznością i dostosowaniem do coraz bardziej złożonych wymagań klientów w zakresie marketingu, technologii i logistyki. Najważniejsze siły napędowe innowacji, zilustrowane w tym rozdziale przykładami, to:

- Słaba kondycja światowej gospodarki, stymulująca popyt rynkowy na rozwiązania mogące podnieść wydajność łańcucha dostaw i zmniejszyć koszty przy jednoczesnym zwiększeniu dochodowości. Do rozwiązań tych należy opracowywanie bardziej skutecznych procesów produkcyjnych i wprowadzanie innowacyjnych technologii/materiałów.
- Twarda rywalizacja pomiędzy producentami a sprzedawcami markowych produktów, dążącymi do uzyskania przewagi za pomocą opakowania, które bardziej przyciąga klientów i zaspokaja ich wymagania.
- Coraz większe zainteresowanie konsumentów, właścicieli marek i rządów szukaniem rozwiązań problemów

Przemysł opakowań z papieru i zawierających papier jest przygotowany na komercyjne wymagania przyszłości, wynikające z rozwijających się celów marketingowych, ekonomicznych, łańcucha dostaw i zrównoważonego rozwoju.

z integralnością opakowań, autentycznością marki i pochodzeniem produktów, bezpieczeństwem żywności, odpadami, jakością produktu, podrabianiem, fałszowaniem produktów i kradzieżą na szczeblu łańcucha dostaw.

- Szybko rosnący na światowym rynku popyt na produkty ekologiczne i promujące dobrobyt klientów.
- Właściciele marek, którzy próbują ulepszyć swój środowiskowy lub korporacyjny profil odpowiedzialności społecznej i zaistnieć na rynku zielonych konsumentów, na przykład poprzez:
 - obniżenie śladów węglowego i wodnego pakowanych produktów i procesów związanych z ich dostarczaniem;
 - używanie materiałów opakowaniowych uzyskiwanych zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, co potwierdzają systemy identyfikacyjne i certyfikaty;
 - wycofywanie się z używania nieodnawialnych, kopalnych, ropopochodnych materiałów;
 - wprowadzanie lekkich, nadających się do recyklingu i kompostowalnych opakowań, aby zaprzestać lub ograniczyć kierowanie odpadów na składowiska oraz do spalarni.
- Stosowanie się do regulacji prawnych i prowadzenie działalności zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, będące wynikiem nacisków ze strony różnych interesariuszy, wśród których są rządy, sprzedawcy detaliczni, instytucje finansowe/inwestorzy działający w sposób etyczny i ekologiczne organizacje pozarządowe. Celem jest podjęcie strategicznych zagadnień, spełnianie standardów i wypełnienie zawieranych dobrowolnie porozumień, zwłaszcza w zakresie zarządzania środowiskiem/odpadami, etykietowania produktów oraz troska o bezpieczeństwo żywności. Jako przykłady można wymienić:

- minimalizację opakowań i eliminację odpadów/zanieczyszczeń na całej długości łańcucha dostaw;
 - odzyskiwanie i utylizację zużytych materiałów opakowaniowych w biologicznym i/lub przemysłowym cyklu „od kołyski do kołyski”;
 - redukcję śladu węglowego i związane z tym ulgi podatkowe;
 - osiągnięcie celów odnawialnej energii i wypełnienie zobowiązań odnośnie do redukcji śladu węglowego;
 - spełnienie wymagań dotyczących bezpieczeństwa i oznakowania produktów;
 - przestrzeganie rządowych przepisów dotyczących oznakowania.
- Rosnąca międzynarodowa rywalizacja między dostawcami a przetwórcami opakowań z papieru i tektury, którzy inwestują w nowe materiały, energię i technologie wodne, aby:
 - zmniejszyć rosnący koszt nakładów surowcowych;
 - rozwiązać problem coraz większego niedostatku zasobów;
 - sprostać rosnącemu popytowi rynkowemu;
 - podnieść standardy jakościowe.

1.2. Zrównoważony rozwój jako szansa na podniesienie wartości marki

W przyszłości w centrum uwagi dostawców opakowań papierowych i tekturowych oraz ich klientów będą nie tylko podstawowe czynniki handlowe, takie jak rentowność, minimalizacja kosztów i innowacje zwiększające konkurencyjność produktów, ale też zrównoważony rozwój. Wraz z narastaniem środowiskowych, społecznych i ekonomicznych obaw, opakowanie będzie odgrywać coraz większą rolę w branżowych planach zrównoważonego rozwoju. Rozwój zrównoważonego opakowania to jedno z głównych wyzwań, przed jakimi stoi przemysł opakowaniowy (Nampak, 2010).

Dążenie do zrównoważonego rozwoju – łączącego czynniki społeczne, środowiskowe i ekonomiczne – przyspiesza wprowadzanie biopochodnych materiałów opakowaniowych charakteryzujących się niższymi emisjami ditlenku węgla. Ma to szczególne znaczenie w przypadku materiałów opakowaniowych wytwarzanych z użyciem papieru i tektury dla sektora żywności oraz napojów. Celem jest wprowadzenie takich rozwiązań, które lepiej spełniając wymagania konsumentów i przynosząc korzyści na poziomie stylu życia zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, podnoszą wartość marki. Zrównoważone referencje produktu i jego opakowania mogą być wyróżnikiem marki i podnieść jej wartość w oczach konsumenta, ponieważ świadczą o ekologicznej i społecznej odpowiedzialności. Istotne przy tym jest czytelne zakomunikowanie korzystnego wpływu innowacji na zrównoważony rozwój, aby został on w pełni zrozumiany i doceniony przez klientów.

Materiały opakowaniowe z papieru i tektury charakteryzują się bardzo dobrymi walorami ekologicznymi z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju, gdyż jako materiały naturalne, pochodzące ze źródeł odnawialnych, wpływają korzystnie na obieg węgla i wody oraz bioróżnorodność. W ten sposób dają

Rok	Światowa produkcja papieru i tektury (miliony ton)
1980	171
1990	238
2000	324
2005	367
2006	382
2007	394
2008	391
2009	371
2010	394

← **Tabela 1.**
Światowa produkcja papieru i tektury

↓ **Tabela 2.** Regionalny udział w światowej produkcji papieru i tektury w procentach w latach 2002–2010

Region	Światowa produkcja w regionach (%)		
	2002	2009	2010
Europa	30,7	27,4	27,2
Ameryka Łacińska	4,8	5,2	5,1
Ameryka Północna	29,6	22,8	22,5
Afryka	1,1	1,1	1,1
Azja	32,7	42,4	43,1

sprzedawcom detalicznym, właścicielom marek i dostawcom opakowań możliwość polepszenia rynkowego wizerunku produktu i zademonstrowania korporacyjnej odpowiedzialności za społeczeństwo i środowisko. Posłannictwo dostawców papieru i tektury obejmuje również wspieranie wysiłków klientów, którzy szukają rozwiązań zarazem konkurencyjnych, jak też wnoszących wkład w zrównoważony rozwój społeczeństwa.

1.3. Trendy w produkcji

Światowa produkcja papieru i tektury, w tym opakowań, w dalszym ciągu rośnie (tabela 1), o czym donosi Międzynarodowe Biuro Recyklingu (ang. *Bureau of International Recycling*) (BIR, 2011), a tektura falista i lita stanowią w przybliżeniu ok. 30% tej produkcji. Według badań przeprowadzonych wśród członków Konfederacji Europejskiego Przemysłu Papierniczego (ang. *Confederation of European Paper Industries*, CEPI; www.cepi.org) papier i tektura używane do wytwarzania opakowań to 43% europejskiej produkcji w roku 2009. Jak wynika z tabeli 1, całkowita produkcja w roku 2010 powróciła do poziomu z roku 2007, po którym nastąpił kryzys ekonomiczny roku 2008.

Produkcja papieru i tektury szybko wzrasta w uprzemysłowionych krajach Azji i Ameryki Łacińskiej. Jak wynika z tabeli 2, produkcja w Azji w latach 2002–2010 wzrosła o ponad 10%. Jest to wynikiem ogromnych inwestycji w duże i szybkie maszyny oraz młyny, zwłaszcza w Chinach.

1.4. Globalne trendy w zużyciu i zapotrzebowaniu rynku

Światowy kryzys gospodarczy roku 2008 i będąca jego następstwem finansowa niepewność obniżyły w krajach rozwiniętych popyt rynkowy na towary i ich opakowania.

↓ **Tabela 3.** Zużycie papieru i tektury *per capita* w roku 2000 i 2010

Region	Zużycie <i>per capita</i> (kg) w 2000	Zużycie <i>per capita</i> (kg) w 2010
Ameryka Północna	303,3	234,8
Europa	201,0	142,0
Australazja	147,6	135,0
Ameryka Łacińska	54,8	45,5
Azja	28,2	40,0
Afryka	6,1	7,8

Fakt ten oraz coraz częściej spotykane w ostatnich dekadach przenoszenie produkcji towarów do krajów rozwijających się w dużej mierze odpowiadają za regionalne zmiany poziomów konsumpcji. Zmiany te odzwierciedlają dane przedstawione w tabeli 3.

Szybko rosnąca populacja, urbanizacja i wzrastająca zamożność w wielu krajach rozwijających się i na rynkach wschodzących to podstawowe przyczyny rosnącego popytu na papier i tekturę, w tym na opakowania. Jednak równolegle rośnie zapotrzebowanie na zasoby, zwłaszcza energię i wodę.

Około 50% wytwarzanego papieru jest wykorzystywane do produkcji opakowań (Datamonitor, 2008). Według Światowej Organizacji Opakowań (ang. *World Packaging Organisation*, 2008) opakowania z papieru i tektury stanowiły największy udział w światowym rynku opakowań; wielkość sprzedaży w roku 2003 wyniosła 165 miliardów dolarów, co wartościowo stanowi 39% światowego rynku. Poza tym papier i tektura to pod względem masy najczęściej używany materiał opakowaniowy. Generalnie największym użytkownikiem opakowań jest przemysł żywności i napojów.

Do roku 2050 światowe zasoby żywności będą musiały wzrosnąć o około 70%, czyli niewspółmiernie do przewidywanego przez ONZ wzrostu liczebności populacji, która obecnie wynosi 7 miliardów (FAO, 2009). Dlatego też innowacje w opakowaniach, których celem jest lepsza ochrona produktu, redukcja odpadów i wydłużenie terminów przydatności produktu – przy jednoczesnym użyciu materiałów pozyskiwanych zgodnie z trendem zrównoważonego rozwoju – mają do odegrania ważną rolę, przyczyniając się do efektywniejszej gospodarki zasobami i zrównoważonej przyszłości.

1.5. Ekoinnowacje dla zrównoważonej przyszłości

Ekoinnowacje, jako połączenie innowacji z ekologią, są zbieżne z celami zrównoważonego rozwoju i pozwalają przedsiębiorstwom zachować konkurencyjność. Najważniejszym zadaniem właścicieli marek w przemyśle papieru i tektury oraz ogólnie całego przemysłu jest znalezienie takiego sposobu przyjęcia zasad i celów w zakresie zrównoważonego rozwoju, aby jednocześnie rozwiązać kwestie związane z kosztami, wydajnością i presją rynku. Ekoinnowacje i strategię zrównoważonego rozwoju w kontekście opakowań dotyczą tworzenia nowych materiałów, technologii oraz systemów, które zużywają mniej energii, wody i innych

surowców. Znanych jest wiele przykładów spółek inwestujących w ekoinnowacyjne strategie, zarówno średnio-, jak i długoterminowo, w celu uzyskania oszczędności, a tym samym zwiększając obroty i zyski.

Ceny opakowań z tworzyw sztucznych są ściśle związane z niestabilnymi rynkami ropy naftowej i polimerów. Choć obecnie dostępne są dość duże rezerwy paliw kopalnych, surowce ropopochodne nie są ani odnawialne, ani zrównoważone. Jeśli nie zostaną poddane recyklingowi albo ponownie wykorzystane, ich użycie w opakowalnictwie może oznaczać powstawanie znacznego śladu węglowego, zwłaszcza jeśli są źródłem energii.

Materiały z papieru i tektury pochodzą ze źródeł odnawialnych, łatwo poddają się recyklingowi, są biodegradowalne, kompostowalne i można je pozyskiwać z lasów zarządzanych w myśl zasad zrównoważonego rozwoju. Poza tym rosnące drzewa, pochłaniając ditlenek węgla z atmosfery, łagodzą skutki zmian klimatu, a jednocześnie produkują tlen, który ma kluczowe znaczenie dla życia. Co więcej, zarządzanie lasami zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju jest korzystne dla bioróżnorodności i zapewnia wiele ważnych usług ekologicznych.

Papiernie do suszenia papieru i tektury wykorzystują ogrzewane parą wałki suszące oraz energię elektryczną. Nowoczesne zakłady inwestują w skojarzoną gospodarkę energetyczną CHP (ang. *combined heat and power*), która jest bardziej wydajna w produkcji pary i elektryczności z biomasy, gazu ziemnego czy też ropy. Inwestują również w energię z biomasy, którą zwykle stanowią odpady z drewna i zrębki. W Unii Europejskiej przemysł papieru i tektury to największy producent i odbiorca energii wytwarzanej z biomasy, co stanowi 25% (ProCarton, 2012a). Przykładem jest wiodący europejski producent pudełek składanych z tektury i tektury litej bielonej, spółka Iggesund Paperboard (www.iggesund.com), która zainwestowała w budowę (w brytyjskim hrabstwie Cumbria) zaawansowanego układu CHP wytwarzającego energię z biomasy oraz turbin wiatrowych na potrzeby produkcji w zintegrowanej papierni (tzn. wytwarzającej zarówno masę papierniczą, jak i tekturę). Iggesund planuje przesyłać ewentualne nadwyżki energii do elektrowni. Tym samym materiały opakowaniowe, do produkcji których używa się biomasy lub energii odnawialnej pod inną postacią, mogą okazać się pomocne w realizacji polityki państwowej w zakresie odnawialnej energii i redukcji śladu węglowego. W ciągu następnej dekady, z uwagi na rosnące ceny paliw kopalnych i narastające obawy związane ze zmianami klimatu, oczekuje się wzrostu zapotrzebowania rynku na opakowania, które pomagają redukować ślad węglowy i ograniczyć zależność od paliw kopalnych. □

✎ **R. Coles**, RichColes Packaging Associates Limited, Wielka Brytania

Fragment pochodzi z książki: *Innowacje w opakowaniach żywności i napojów. Rynki, materiały, technologie*, Neil Farmer (red.), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016



**Nowoczesne
technologie**
dla inżynierów
i operatorów!

**Optymalizuj procesy ważenia,
dozowania i pakowania dzięki
najnowszym rozwiązaniom
technologicznym.**

Sięgnij po kwartalnik „Ważenie, Dozowanie,
Pakowanie” i poznaj innowacje, które ułatwią
Twoją pracę!

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**
kwartalnik techniczno-informacyjny

Zamów prenumeratę:
prenumerata@industriypublisher.com

Część 1

Przepływ produktów na linii produkcyjnej w procesach zrobotyzowanego sortowania, pakowania i paletyzacji w dobie Przemysłu 4.0

✎ Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk

Przepływ produktu podczas całego cyklu jego życia można definiować jako:

„Systematyczne wykonywanie działań wzdłuż strumienia wartości w taki sposób, że produkt przemieszcza się od projektu do wypuszczenia na rynek, od zamówienia do dostawy i od surowców do rąk klienta bez żadnych przestojów, braków lub nawrotów” [51].

Ciągły i równomierny przepływ produktów na liniach produkcyjnych jest podstawą prawidłowego funkcjonowania produkcji wielkoseryjnej. Wynika z tego, że przy projektowaniu zrobotyzowanych linii produkcyjnych konieczne jest podzielenie całego procesu przepływu na operacje wykonywane przez poszczególne maszyny i urządzenia. Innymi słowy, należy zdefiniować czynności, które mają być wykonywane na poszczególnych stanowiskach produkcyjnych, oraz określić, w jakiej kolejności muszą być wykonywane operacje, aby na końcu linii uzyskać produkt końcowy. Operacje te powinny być odpowiednio zrównoważone (określenie pracochłonności), tak aby przepływ odbywał się płynnie, przy optymalnym obciążeniu poszczególnych maszyn i urządzeń biorących udział w produkcji (brak tzw. czasów martwych – czasów, w którym maszyny nie pracują, np. czekają na dostarczenie kolejnego produktu). W szczególności przepływ powinien uwzględniać „wąskie gardła”; tzw. „slow chart” musi być tak opracowany, aby nie następowało wsteczne oddziaływanie na produkcję już wykonaną, np. nie należy przetrzymywać produktów na polach odkładczych czy w magazynach pośrednich.

Ciągły przepływ (ang. *continuous flow*), który jest najbardziej efektywną formą organizacji produkcji, występuje w przypadku, gdy w danej chwili operacji podlega tylko jeden element komponentu, a po wykonaniu zaplanowanej operacji jest on przemieszczany do kolejnej operacji w procesie produkcyjnym [52]. Wynika to przede wszystkim z faktu, że poziom zapasu produkcji jest stały i związany z liczbą jednostek produktu podlegających jednocześnie operacjom na liniach produkcyjnych. Przekłada się to na możliwie najkrótszy czas przejścia L/T (*lead time*) materiału przez proces produkcyjny, co skutkuje mniejszym zapotrzebowaniem na powierzchnię produkcyjną, łatwiejszym monitorowaniem

procesu, poprawą wydajności i jakości oraz niższymi kosztami produkcji [53, 54].

Zważywszy na krótki cykl życia produktów oraz na konstrukcje linii produkcyjnych, wydajność końcówki linii produkcyjnej decyduje o możliwościach produkcyjnych całego zakładu. Tak więc stanowisko do paletyzacji powinno być tak skonfigurowane, aby umożliwiała ciągły przepływ produktów przy jednoczesnej minimalizacji „martwego czasu”. Przekłada się to na weryfikację możliwości firmy w zakresie dostosowania do potrzeb kontrahentów (towar poprawnie ułożony nie ulega uszkodzeniu w transporcie i jest łatwiejszy do dalszej obróbki – depaletyzacji) oraz zachowania bezpieczeństwa pracowników, gdyż źle ułożony towar może stanowić dla nich zagrożenie [55, 56].

Projektowanie ciągłego przepływu jest szczególnie widoczne w aplikacjach przenoszenia, którymi są procesy sortowania, pakowania i paletyzacji (depaletyzacji). Są to procesy, w których często wykorzystywane są mechanizmy śledzenia linii produkcyjnej (zwłaszcza sortowanie i pakowanie) oraz które mocno obciążają pracowników, zwłaszcza że wszystkie operacje muszą być wykonywane cyklicznie z dużą prędkością. W procesach niezrobotyzowanych prace są wykonywane:

- ręcznie, co generuje wysokie koszty, powoduje duże obciążenie pracowników, zmienną wydajność oraz duże straty przy pakowaniu wynikające m.in. z braku skupienia ludzi podczas wielogodzinnej pracy;
- z wykorzystaniem specjalistycznych paletyzatorów/depaletyzatorów, które w znacznej mierze ograniczają elastyczność produkcji.

Po robotyzacji aplikacji przenoszenia niedoskonałości wynikające z ręcznej obsługi lub obsługi z wykorzystaniem urządzeń specjalistycznych zostają wyeliminowane. Wśród zalet dobrej robotyzacji procesów sortowania, pakowania i paletyzacji należy wymienić:

- większą wydajność linii produkcyjnej przy zachowaniu dużej powtarzalności procesu (możliwość pracy tryzmianowej);
- zmniejszenie kosztów operacyjnych przedsiębiorstwa;
- zapewnienie ciągłości procesu;
- wzrost bezpieczeństwa pracowników;
- eliminację błędów wywoływanych czynnikiem ludzkim;

- możliwość szybkiego dostosowania do zmiany produkowanego asortymentu;
- zapewnienie terminowości oraz wysokiej jakości dostarczanych produktów;
- relatywnie małą przestrzeń zajmowaną przez stanowisko produkcyjne;
- możliwość pracy w trudnych warunkach (np. w niskiej temperaturze);
- dobry wizerunek firmy [57, 58].

W związku z różnorodnością produktów, szybkością wytwarzania produktów, ich liczbą i gabarytami konieczny jest wybór robotów przemysłowych do konkretnego zastosowania. Wśród podstawowych czynników, które należy wziąć pod uwagę podczas projektowania zrobotyzowanego stanowiska do sortowania, pakowania i paletyzacji, są:

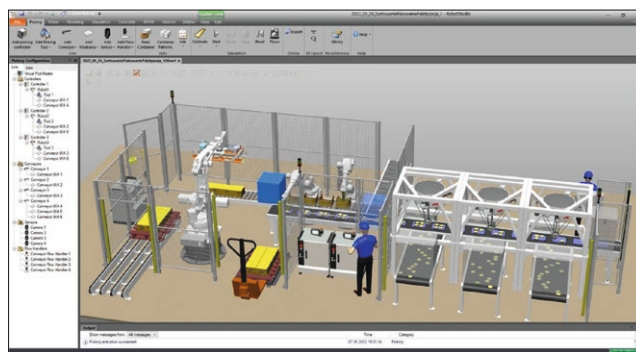
- udźwigi robotów,
- zasięgi robotów,
- liczba cykli produkcyjnych,
- powtarzalność robotów,
- środowisko pracy maszyn,
- stopień ochrony urządzeń.

Dwa pierwsze czynniki są bezpośrednio związane z przenoszonymi produktami. Ich masa jednostkowa i masa chwytaka łącznie wskazuje na wymagany udźwig robota (często stosuje się 20-procentowy zapas masy), natomiast ich gabaryty, wymagania związane z umieszczeniem produktów na transporterach oraz odpowiednia liczba produktów na palecie decydują o wysokości stosu, a tym samym o wymaganych zasięgach robotów. Z sortowaniem, pakowaniem i paletyzacją jest związana również powtarzalność robota, np. duża powtarzalność robota paletyzującego zapewnia równiejsze ułożenie produktów, a tym samym większą stabilność stosu. Duża liczba cykli pracy zapewnia płynny przepływ produktów i wysoką wydajność. Ciągłe rosnące wymagania zwiększenia produkcji są dla inżynierów dużym wyzwaniem. Analizując rzeczywiste czasy cykli pracy dla danego stanowiska, należy wziąć pod uwagę momenty bezwładności (obciążenia dynamiczne) występujące podczas transportu danego produktu. Jest to niezbędne ze względu na zapewnienie bezpiecznego i pewnego chwytu zwłaszcza podczas przyspieszania (po uchwyceniu) i zwalniania (przed upuszczeniem) transportowanych dóbr. Zwykle powoduje to konieczność rozbudowy chwytaka o dodatkowe mechanizmy (zabezpieczające chwyt), zwiększające jego masę oraz utrudniające podejście do chwytanego produktu.

1. Projektowanie zrobotyzowanych stanowisk do sortowania, pakowania i paletyzacji produktów w aspekcie Przemysłu 4.0

1.1. Wprowadzenie

Użycie wirtualnych środowisk do projektowania zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych i programowania robotów w trybie off-line (rys. 1) otworzyło nowe możliwości przed inżynierami.



↑ **Rys. 1.** Stanowisko do sortowania, pakowania i paletyzacji produktów w środowisku RobotStudio firmy ABB [59]

↓ **Tabela 1.** Wybrani producenci robotów przemysłowych oraz środowiska do programowania ich robotów w trybie off-line [49]

Producent robotów	Środowisko
ABB	RobotStudio
FANUC Robotics	RoboGuide
Kawasaki Robotics	K-Roset
Kuka Roboter	Kuka Sim
Mitsubishi Robotics	RT ToolBox
Epson	Epson RC + 7.0
Comau	RoboSim PRO
Denso Robotics	WINCAPS III
Staubli Robotics	Staubli Robotics Suite
Motoman Robotics-Yaskawa	MotoSim EG-VRC
Reis Robotics	ProSim
Panasonic-Matsushita Welding Systems	DTPS 3D, G2 PC Tools 3D

Obecnie niemal wszyscy producenci robotów (m.in. ABB, FANUC, KUKA, Mitsubishi, Kawasaki – tab. 1) oferują wirtualne środowiska, w których istnieje możliwość nie tylko programowania robotów, ale również przeprowadzania pełnych symulacji 3D z uwzględnieniem cykli pracy rzeczywistych kontrolerów [49].

Wirtualne środowiska do programowania robotów przemysłowych są systemami umożliwiającymi modelowanie zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych, programowanie robotów oraz przeprowadzanie symulacji ich pracy w trybie off-line (bez użycia robota) z wykorzystaniem standardowego komputera PC.

Często pozwalają one również na współpracę komputera z rzeczywistym robotem (w pełnym lub częściowym zakresie) w trybie on-line. Środowiska tego typu mogą być również wyposażone w narzędzia umożliwiające przeniesienie sceny do wirtualnej (np. z wykorzystaniem gogli HTC – RobotStudio) i rozszerzonej rzeczywistości (np. z wykorzystaniem gogli Hololens – RobotStudio, lub wykorzystaniem dodatkowych aplikacji instalowanych na smartfonie lub Tablecie – RobotStudio AR). Wśród możliwości środowisk z całą pewnością można wyróżnić:

- projektowanie zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych;
- prowadzenie analiz przestrzennych komponentów robotów;

- optymalizację rozmieszczenia urządzeń i maszyn w gniazdach roboczych oraz gniazd na liniach przemysłowych fabryk;
- definiowanie kontroli przemieszczeń i orientacji chwytaków;
- tworzenie systemów (wirtualnych kontrolerów) robotów;
- planowanie trajektorii ruchu robotów;
- tworzenie programów sterujących robotami;
- prowadzenie symulacji i monitorowania wejść/wyjść;
- prowadzenie analiz związanych z bezpieczeństwem i wydajnością zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych;
- programowanie i prowadzenie analiz w zakresie współpracy robotów.

Zaplanowane procesy produkcyjne mogą być symulowane z uwzględnieniem detekcji kolizji oraz pomiarów cykli pracy. Ponadto środowiska umożliwiają wgranie do rzeczywistych urządzeń oprogramowania utworzonego z wykorzystaniem wirtualnych kontrolerów. Dzięki rozbudowanym bibliotekom, zawierającym m.in. wybrane typy robotów, pozycjonery, tory jezdne, mechanizmy, przenośniki i czujniki, istnieje możliwość łatwego tworzenia rozbudowanych aplikacji. Środowiska pozwalają również na import modeli z systemów komputerowego wspomaganie projektowania CAD w wybranych formatach, a w niektórych przypadkach są z nimi w dużym stopniu zintegrowane.

Wykorzystanie środowisk do programowania robotów oraz symulacji ich pracy pozwala m.in. na:

- szybkie przygotowanie oferty dla odbiorcy końcowego, włączając w to m.in. organizację stanowiska produkcyjnego, wizualizację 3D, dobór robotów oraz przedstawienie ich zasięgów pracy, utworzenie filmów symulacji pracy stanowisk oraz zapisanie widoków stacji;
- opracowanie aplikacji sterujących robotami i określenie cykli pracy;
- import komponentów z bibliotek lub systemów CAD w wybranych formatach w celu wizualizacji i weryfikacji zajętości przestrzeni roboczej;
- szybkie dostosowanie zaproponowanego rozwiązania do potrzeb odbiorcy na etapie projektowania;
- redukcję ryzyka dzięki wizualizacji i potwierdzeniu zastosowanych rozwiązań;
- konfigurację zintegrowanych systemów bezpieczeństwa (np. SafeMove firmy ABB, DCS firmy FANUC);
- wprowadzanie do systemu zrobotyzowanego nowych komponentów bez przerywania produkcji i zweryfikowanie poprawności przyjętych koncepcji;
- optymalizację programów robotów w celu zwiększenia produktywności bez konieczności zatrzymywania rzeczywistych stanowisk produkcyjnych;
- prowadzenie szkoleń dotyczących m.in. obsługi i programowania robotów, poznawania funkcjonalności programatorów i kontrolerów, zasad tworzenia zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych, wykonywania testów uruchomieniowych oraz pomiarów kluczowych parametrów procesów produkcyjnych [49].

Wraz z wprowadzaniem kolejnych, bardziej rozbudowanych wersji środowisk rosną również wymagania systemowe. Każdy z producentów podaje minimalne wymagania, jednak stabilną i elastyczną pracę można uzyskać na sprzęcie o parametrach:

- system Windows 7/10/11 64-bitowy;
- Procesor Intel Core i7;
- min. 16 GB RAM;
- karta graficzna min. 2–4 GB RAM;
- wymagane ok. 50 GB pamięci na dysku (najlepiej typu SSD).

W związku z dużym zapotrzebowaniem na robotyzację procesów sortowania, pakowania i paletyzacji producenci robotów oferują specjalistyczne pakiety, które wspierają tworzenie z tym zakresie stanowisk produkcyjnych w trybie off-line. Są to:

- Picking PowerPac – pakiet tworzenia aplikacji sortowania i pakowania w trybie off-line w środowisku RobotStudio firmy ABB [60, 61];
- Palletizing PowerPac – pakiet tworzenia aplikacji paletyzacji w trybie off-line w środowisku RobotStudio firmy ABB [61, 62].

Sama metodyka projektowania stanowisk do sortowania, pakowania i paletyzacji nie odbiega zbyt od ogólnych zasad projektowania zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych, w których występuje problem manipulowania obiektami.

W pierwszym etapie projektowania należy zidentyfikować problemy i przeanalizować wymagania odbiorcy stanowiska. Sprowadzają się one najczęściej do:

- zapewnienia bezpieczeństwa pracownikom;
- zapewnienia odpowiedniej wydajności całego systemu;
- obsługi wybranych asortymentów produktów;
- określenia sposobu dosyłania produktów i odbioru gotowych palet;
- określenia sposobu sortowania, pakowania i paletyzacji;
- zapewnienia realizacji wymaganych wzorów sortowania, pakowania i paletyzacji,
- określenia stopnia automatyzacji całego procesu.

Następnie należy opracować plan zawierający szczegółowe zadania związane z sortowaniem, pakowaniem i paletyzacją produktów oraz określić pożądane rezultaty całego procesu.

1.2. Budowa stanowiska sortowania, pakowania i paletyzacji

Linie produkcyjne do sortowania, pakowania i paletyzacji produktów mogą być wzorcem funkcjonowania nowoczesnego przedsiębiorstwa produkcji wielkoseryjnej, zarówno w branży spożywczej, jak i w innych gałęziach przemysłu. Ma to swoje uzasadnienie, biorąc pod uwagę konieczność konfiguracji całej linii produkcyjnej (od dużej liczby drobnych produktów – o prostej budowie, poprzez produkty średniej wielkości – budowa bardziej złożona, po produkty końcowe – skompletowane, charakteryzujące się największymi gabarytami). Analizując przepływ produktów na tego typu liniach, łatwo można zauważyć, że stanowisko przedstawione

na rys. 2 można podzielić na trzy stacje. Z uwagi na charakter procesu konfiguracja poszczególnych stacji jest związana w szczególności z liczbą i typem robotów:

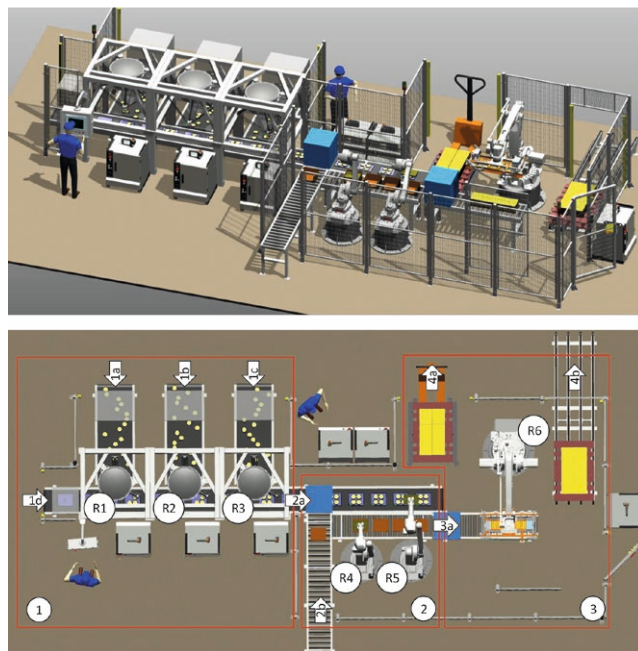
- stacja sortowania (rys. 2) – ze względu na konieczność obsłużenia dużej liczby pojedynczych produktów w ograniczonym czasie w stacji tej wykorzystuje się kilka, kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt robotów (często czteroosiowych, np. typu SCARA lub delta – realizację tego etapu produkcji zapewniają roboty R1, R2, R3) o małym udźwigu i małej przestrzeni roboczej; roboty na tym etapie realizują zadania z wykorzystaniem systemów wizyjnych i śledzeniem transporterów, ponieważ produkty są dostarczane często w sposób nieuporządkowany;
- stacja pakowania (rys. 2) – na tym etapie produkcji występuje mniej obiektów do obsłużenia, stąd też liczba robotów jest z reguły mniejsza (symbolicznie zobrazowano to robotami R4, R5), a przepływ produktów, zarówno komponentów wejściowych (produkty i opakowania), jak i wyjściowych, jest zwykle realizowany w sposób uporządkowany; roboty stosowane w tej stacji, w porównaniu z robotami w stacji sortowania, mają większy udźwig i większą przestrzeń roboczą; najczęściej stosowane są uniwersalne roboty sześćoosiowe;
- stacja paletyzacji (rys. 2) – z uwagi na mniejszą w porównaniu do poprzednich etapów produkcji liczbę produktów liczba robotów jest mniejsza, często jest to jeden robot (R6 na rys. 2); w tym przypadku roboty często są jednostkami czteroosiowymi o dużym zasięgu oraz udźwigu; w wielu rozwiązaniach obsługują one więcej niż jedną linię dosyłającą i odbierającą produkty.

1.2.1. Zrobotyzowane sortowanie produktów

Sortowanie produktów – dobór robota i jego wyposażenia

Firmy produkujące roboty przemysłowe mają w swojej ofercie dedykowane procesowi sortowania roboty cztero- i sześćoosiowe. W większości przypadków roboty czteroosiowe są wystarczające. Trzy główne osie robota umożliwiają dowolne przemieszczanie ładunku w przestrzeni kartezjańskiej – wzdłuż osi x , y , z , czwarta oś pozwala na zmianę orientacji ładunku wokół osi pionowej z – jest to uzasadnione, gdy produkty nie są uporządkowane na transporterze i konieczna jest ich orientacja. Konstrukcyjnie są to z reguły roboty o strukturze równoległej (np. czteroosiowe tripody) lub roboty o strukturze szeregowej (np. typu SCARA – *Selective Compliance Assembly Robot Arm*). W aplikacjach do sortowania produktów można znaleźć również roboty sześćoosiowe o strukturze szeregowej. W większości przypadków użycie tego typu robotów może być podyktowane relatywnie dużą masą produktów, dużą głębokością kontenerów, potrzebą zastosowania robota o większej liczbie stopni swobody z uwagi na kształt trajektorii ruchu oraz miejsce i orientację punktu odkładania. Analizując proces, łatwo można zauważyć, że roboty przeznaczone do sortowania charakteryzują w szczególności:

- mały zakres udźwigu, ok. 0,5–8 kg;



↑ Rys. 2. Stanowisko w środowisku RobotStudio firmy ABB;

1 – stacja sortowania produktów i umieszczania ich na tackach, 2 – stacja pakowania tacek z produktami do kartonów, 3 – stacja paletyzacji, 1a, 1b, 1c – źródło produktów w stacji sortowania, 1d – źródło tacek w stacji sortowania, 2a – wyjście stacji sortowania będące źródłem stacji pakowania, 2b – źródło kartonów stacji pakowania, 3a – wyjście stacji pakowania będące źródłem stacji paletyzowania, 4a, 4b – wyjście stacji paletyzacji

- mała przestrzeń robocza, najczęściej dostosowana do szerokości transportera;
- duże prędkości liniowe TCP (ang. *Tool Center Point*), do 10 m/s;
- duża powtarzalność, ok. 0,03–0,2 mm;
- stopień ochrony IP67 (standardowo).

Roboty w procesie sortowania wykonują operacje typu pick and place, przenosząc produkty z jednego miejsca do drugiego. W nowoczesnych, w pełni zautomatyzowanych stacjach sortowania do zadań robota należą:

- przenoszenie nieuporządkowanych produktów z jednego transportera na inny zgodnie z algorytmem sortowania:
 - układanie warstw parzystych i nieparzystych w tzw. kontenerach (np. na tackach, blistrach, w kartonach),
 - odpowiednie zorientowanie produktów (jeśli wymagane);
- wykrywanie i śledzenie położenia produktów, czasami również kontenerów, na przenośnikach [59];
- praca „w locie”, bez zatrzymywania przenośników podczas wykonywania operacji pobierania, przenoszenia i odkładania produktów;
- chwytanie produktów pojedynczo lub po kilka jednocześnie;
- odkładanie produktów do kontenerów.

Roboty pracujące na liniach sortujących są zwykle wyposażone w proste chwytaki pneumatyczne (jeśli to możliwe – przyssawkowe), a głównym wymogiem jest maksymalnie krótki czas pobrania i odłożenia produktu.

Roboty o strukturze równoległej w procesach sortowania

W procesach sortowania najczęściej spotykanymi robotami są urządzenia o strukturze równoległej, które literatura definiuje jako mechanizmy o zamkniętej pętli kinematycznej, składające się z platformy ruchomej (efektora) połączonej z platformą bazową przez minimum dwa niezależne łańcuchy kinematyczne zwane kończynami, ramionami lub nogami [63, 64]. Cechą charakterystyczną konstrukcji tego typu manipulatorów jest stosowanie przegubów Cardana lub przegubów kulowych łączących ramiona z platformą ruchomą, co rozszerza zakres ruchu dzięki wielokierunkowemu wychYLENIU (rys. 3).

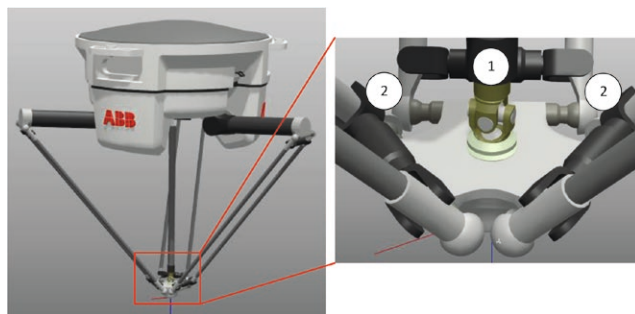
Równie charakterystycznym elementem konstrukcyjnym tego typu robotów są połączenia podwójnych przedramion pomiędzy efektem a ramionami przenoszącymi napęd z urządzeń wykonawczych. Szczególne znaczenie ma tutaj konstrukcja tripoda (delta), czyli robota wyposażonego w trzy równoległe łańcuchy kinematyczne [65].

Roboty typu tripod występują w kilku odmianach (rys. 4 i 5):

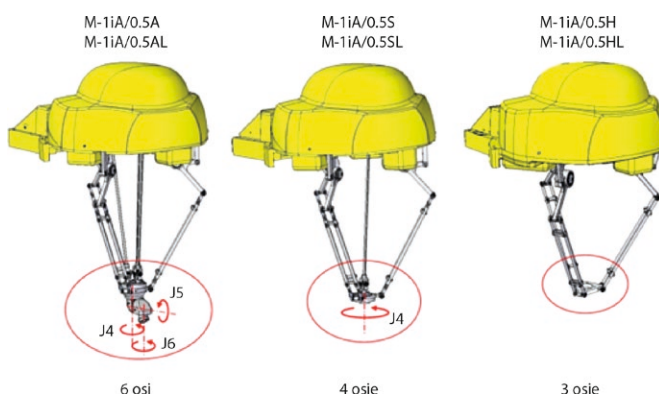
- roboty trzyosiowe (o trzech stopniach swobody) – stosowane bardzo rzadko; można je znaleźć w aplikacjach, gdzie nie ma konieczności zmiany orientacji przenoszonych produktów; zastosowanie w prostych aplikacjach typu *pick and place*;
- roboty czteroosiowe (o czterech stopniach swobody) – stosowane przede wszystkim do sortowania i pakowania z dużą prędkością z zachowaniem dużej sztywności konstrukcji; roboty tego typu wykonują sortowanie i pakowanie produktów ze zmianą ich orientacji, co jest szczególnie przydatne podczas dostarczania do stanowiska sortującego/pakującego nieuporządkowanych produktów za pomocą transportera;
- roboty pięcioosiowe (o pięciu stopniach swobody) – dodatkowa (piąta) oś robota pozwala na odchylenie TCP robota; może być to wykorzystane podczas pobierania i odkładania do kontenerów produktów o nieregularnych kształtach (np. w opakowaniach workowych);
- roboty sześciosiowe (o sześciu stopniach swobody) – bardzo rzadko używane do sortowania i pakowania; roboty tego typu znalazły zastosowanie w aplikacjach montażu oraz inspekcji, gdzie konieczne jest manipulowanie obiektami w przestrzeni sześciostopniowej i cztery stopnie swobody robota nie są niewystarczające.

Manipulator o budowie równoległej ma relatywnie dużą sztywność, co przy małej masie ramion pozwala na uzyskiwanie przez robota dużych przyspieszeń i prędkości na krótkich odcinkach ruchu. Przykładem robota typu tripod (delta) jest czteroosiowy (może występować również w wersji trzyosiowej) IRB360 firmy ABB (rys. 6 i 7). Firma ABB oferuje kilka wersji tego urządzenia, a do jego najważniejszych cech zaliczamy:

- 3 lub 4 osie typu obrotowego;
- udźwig 1–8 kg;
- zasięg 800–1600 mm (średnica przestrzeni roboczej);

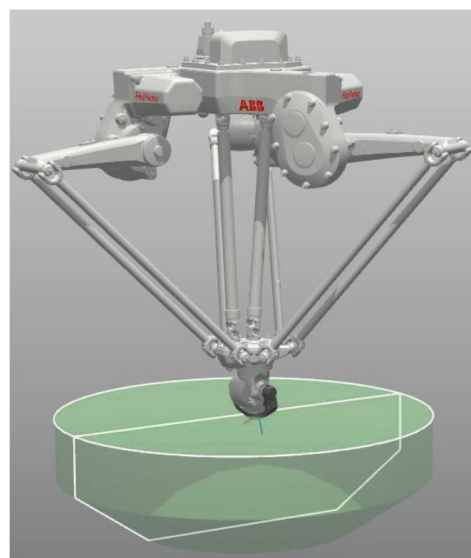


↑ Rys. 3. Czteroosiowy tripod IRB 360 firmy ABB (źródło: własne na podstawie RobotStudio firmy ABB): 1 – przegub Cardana, 2 – przegub kulowy



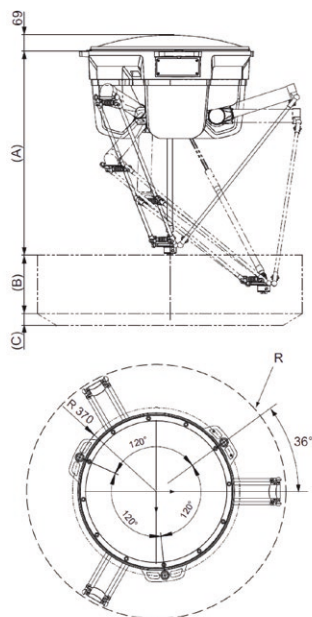
↑ Rys. 4. Roboty M-1iA firmy FANUC w konfiguracji sześciu-, cztero- i trzyosiowej

→ Rys. 5. IRB 390 FlexPacker w konfiguracji pięcioosiowej oraz widok jego przestrzeni roboczej



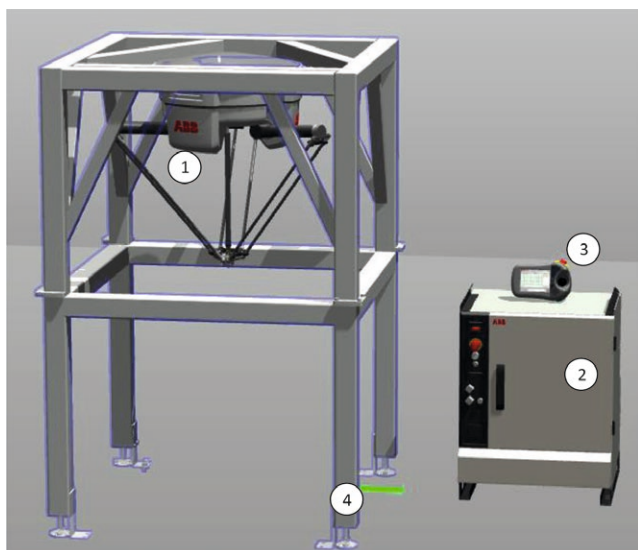
- powtarzalność $\pm 0,1$ mm;
- masa 120–145 kg;
- temperatura pracy 5–45°C.

Jak widać na rysunku 2.5, przestrzeń robocza robotów typu delta nie jest duża, co ogranicza ich uniwersalność. Roboty tego typu najczęściej montowane są na ramach nośnych (rys. 7 i 8), a obszar pracy robota znajdujący się pod nim



Model robota	A	B	C	D
IRB 360-1/800	960	200	–	400
IRB 360-1/1130	865	250	50	565
IRB 360-3/1130	865	250	50	565
IRB 360-8/1130	892	250	100	565
IRB 360-1/1600	1112	300	50	800
IRB 360-6/1600	1107.5	305	155	800

↑ Rys. 6. Przestrzeń robocza robota IRB 360 firmy ABB [66];
wymiary A, B, C i R w mm



↑ Rys. 7. Czteroosiowy tripod IRB 360 firmy ABB: 1 – robot IRB360, 2 – kontroler IRC5, 3 – panel nauczania (Flex Pendant), 4 – rama

zawiera się w obrębie ramy. Takie rozwiązanie z jednej strony umożliwia łatwe zabezpieczenie przestrzeni roboczej (np. poprzez zabudowę ścian ramy), a z drugiej operowanie detalami znajdującymi się w przestrzeni znajdującej pod robotem jest wystarczające w aplikacjach typu *pick and place*.



↑ Rys. 8. Stanowisko do sortowania detali z robotem IRB 360 firmy ABB



← Rys. 9. Adept Quattro s650H firmy Omron [67]

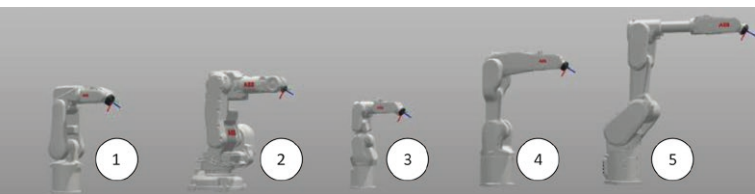
Do sortowania stosowane są również roboty o strukturze równoległej wyposażone w cztery ramiona. Przykładem jest robot Adept Quattro s650H firmy Omron, który ma 4 stopnie swobody i udźwąg 15 kg (rys. 2.9).

Wśród zalet robota Adept Quattro s650H producent wyróżnia:

- współpracę z siecią Ethernet pozwalającą sterować robotem z wykorzystaniem języka programowania (IEC 61131-3) sterownika maszyn serii NX/NJ;
- czteroosiowe ramie równomiernie rozkładające obciążenie robota;
- szybkie i precyzyjne ruchy robota;
- możliwość obsługi funkcji programowych (np. *multi-picking*);
- zakres obszaru roboczego 1300 mm i 1600 mm;
- udźwąg do 15 kg;
- stopień ochrony IP65 (model HS – IP66).

Roboty o strukturze szeregowej w procesach sortowania

Choć maszynami najczęściej stosowanymi do sortowania są roboty typu delta, jednak w niektórych przypadkach można spotkać cztero-, pięcio- i sześćoosiowe roboty o strukturze szeregowej (rys. 2.10). Tradycyjne roboty czteroosiowe



↑ **Rys. 10.** Małe roboty sześcioposiowe znajdujące zastosowanie w sortowaniu na przykładzie robotów firmy ABB: 1 – IRB120 o udźwigu 3 kg i zasięgu 58 cm, 2 – IRB140 o udźwigu 6 kg i zasięgu 81 cm, 3 – IRB1100 o udźwigu 4 kg i zasięgu 47–58 cm, 4 – IRB1200 o udźwigu 5 kg i zasięgu 70–90 cm, 5 – IRB1300 o udźwigu 7 kg i zasięgu 90–115–140 cm

są zazwyczaj wykorzystywane do pakowania i paletyzacji. Przy czym należy zauważyć, że z uwagi na dużą gamę robotów o strukturze równoległej małe tradycyjne roboty czteroosiowe o strukturze szeregojowej znikają z rynku (np. IRB 260 firmy ABB). Wykorzystywane są natomiast roboty (o strukturze szeregojowej lub równoległej) typu SCARA (ang. *Selective Compliance Assembly Robot Arm*), które w powodzeniem konkurują z robotami typu delta. Z uwagi na specyficzną konstrukcję zostaną one przedstawione w dalszej części opracowania.

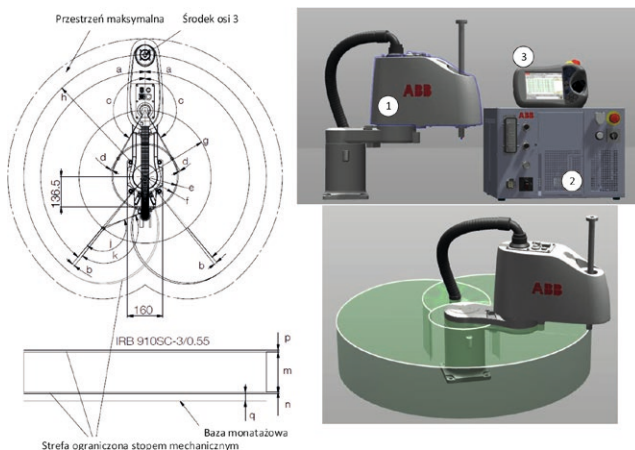
Zastosowanie robotów pięcio- lub sześcioposiowych może być podyktowane koniecznością manipulowania obiektami w pięciu lub sześciu stopniach swobody. W aplikacjach sortowania będą to raczej roboty sześcioposiowe, w których istnieje możliwość blokowania osi, co pozwala na zwiększenie ich możliwości kinematycznych. Roboty sześcioposiowe są zaliczane do robotów monolitycznych i mają wiele zalet, m.in.:

- dużą przestrzeń roboczą – zwłaszcza w robotach, w których zastosowano rozwiązanie z przesuniętym barkiem i łokciem;
- szybkie ruchy;
- możliwość instalacji na podłodze, ścianie, suficie i pod kątem;
- możliwość uzyskania dowolnej orientacji efektora (zwłaszcza że zakresy czwartej i szóstej osi często znacznie przekraczają $\pm 360^\circ$).

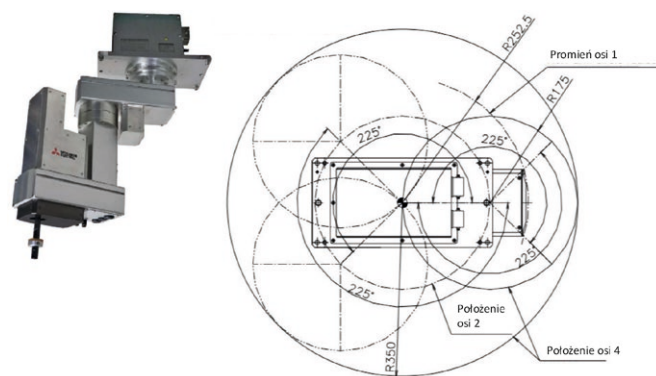
Roboty typu SCARA w procesach sortowania

Alternatywą dla robotów o strukturze równoległej (zwłaszcza tripodów) są roboty z poziomym ramieniem typu SCARA. Urządzenia tego typu mają w swojej ofercie takie firmy, jak Mitsubishi, Epson, FANUC, ABB. Roboty typu SCARA należą do rodziny robotów cylindrycznych i po raz pierwszy użyte zostały w 1979 r. w Japonii. Ze względu na specyficzne cechy znalazły one zastosowanie szczególnie w zadaniach *pick and place* oraz zadaniach montażowych (zwłaszcza montażu elektroniki), gdzie wymagane są duże prędkości i duża dokładność pozycjonowania. Do ich zalet należy zaliczyć:

- bardzo szybkie ruchy poziome;
- dużą sztywność w osiach pionowych;
- dużą powtarzalność ruchów.



↑ **Rys. 11.** Czteroosiowy robot IRB 910SC firmy ABB typu SCARA oraz jego przestrzeń robocza: 1 – robot IRB 910SC, 2 – kontroler IRC5 Compact, 3 – panel nauczania (Flex Pendant)



↑ **Rys. 12.** Czteroosiowy robot RH-3FHR typu SCARA odwrócony (po lewej) oraz zakres maksymalnej przestrzeni roboczej stosowanej w tego typu urządzeniach (po prawej) [68]



↑ **Rys. 13.** Robot SCARA RH-3FHR firmy Mitsubishi na stanowisku roboczym

Roboty tego typu są oferowane w dwóch wersjach: SCARA (rys. 11) z otwartym łańcuchem kinematycznym (w tym SCARA odwrócony – rys. 12 i 13) oraz z zamkniętym łańcuchem kinematycznym (rys. 14).



↑ Rys. 14. Robot SCARA RP-firmy Mitsubishi Electric

Podstawowe cechy czteroosiowego robota IRB 910SC firmy ABB:

- 4 osie typu obrotowego;
- udźwig do 6 kg;
- zasięg 450–650 mm;
- powtarzalność $\pm 0,01$ mm;
- masa 24,5–25,5 kg,
- temperatura pracy 5–45°C.

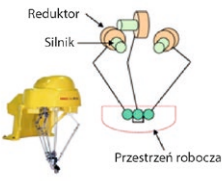
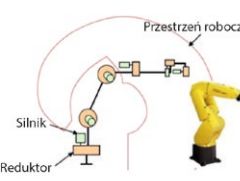
Podstawowe cechy czteroosiowych robotów serii RH-3FHR firmy Mitsubishi Electric:

- 3 osie typu obrotowego i 1 oś typu przesuwnej;
- prędkość 6800–8300 mm/s;
- udźwig do 3 kg;
- zasięg 350 mm;
- powtarzalność $\pm 0,010$ – $0,012$ mm;
- masa 29–32 kg;
- temperatura pracy 0–40°C.

O ile roboty o strukturze szeregowej (w tym SCARA odwrócona) znalazły szerokie zastosowanie w sortowaniu niemal we wszystkich branżach przemysłu, o tyle roboty o strukturze równoległej są zwykle wykorzystywane tam, gdzie wymagane są bardzo duże dokładności pozycjonowania (patrz tab. 2). Przykładem mogą być kompaktowe roboty o strukturze równoległej serii RP firmy Mitsubishi Electric (rys. 14) o 4 stopniach swobody, które z uwagi na dużą powtarzalność ruchów nawet na poziomie ($\pm 0,005$ mm) oraz osiągnięte duże prędkości i przyspieszenia znalazły zastosowanie w mikromontażu (np. zegarków, telefonów komórkowych czy aparatów słuchowych). Seria robotów RP obejmuje trzy modele o udźwigu 1–5 kg. Konstrukcja robotów w postaci zamkniętego łańcucha kinematycznego (konstrukcja dwuramienna) znacznie wpływa na dokładność wykonywania operacji przy zachowaniu krótkich cykli pracy. Podobnie jak wszystkie roboty MELFA także roboty serii RP są fabrycznie wyposażone we wszystkie niezbędne funkcje, m.in. śledzenie transporterów czy sterowanie dodatkowymi osiami. Mogą też być podłączone do sieci Ethernet i mają gniazdo USB.

Podstawowe cechy czteroosiowych robotów RP firmy Mitsubishi Electric:

↓ Tabela 2. Porównanie cech robotów o strukturze równoległej i szeregowej

Typ struktury kinematycznej	Struktura równoległa	Struktura szeregową
Mechanizm		
Konstrukcja	prosta kombinacja łączy	większe osie wymagają większych silników i reduktorów, kompleksowe prowadzenie kabli do kierowców osi nadgarstków
Dokładność	błędy ramion są uśredniane	błędy poszczególnych członów ramion się kumulują
Przestrzeń robocza	mała	duża, umożliwiająca różnorodne operacje
Przyspieszenia	lekkie ramiona pozwalają na uzyskiwanie dużych przyspieszeń	ciężkie ramiona zawierające zabudowane napędy i reduktory stanowią ograniczenie dla uzyskiwania dużych przyspieszeń
Częstotliwość	możliwość uzyskania wysokich częstotliwości	ograniczony zakres nadążania za dużymi przyspieszeniami
Zalety	prosta konstrukcja, możliwość pracy z dużymi przyspieszeniami predysponują tego typu konstrukcje do procesów sortowania i szybkiego montażu	duża przestrzeń robocza i możliwy duży udźwig predysponują tego typu konstrukcje do procesów wymagających dużych przemieszczeń narzędzi oraz przeorientowywania narzędzia w szerokim zakresie

- 4 osie,
- udźwig 1–5 kg,
- zasięg 150–297 mm,
- powtarzalność $\pm 0,005$ – $0,010$ mm;
- masa 12–25 kg;
- temperatura pracy 0–40°C.

Sortowanie produktów – konfiguracja stacji

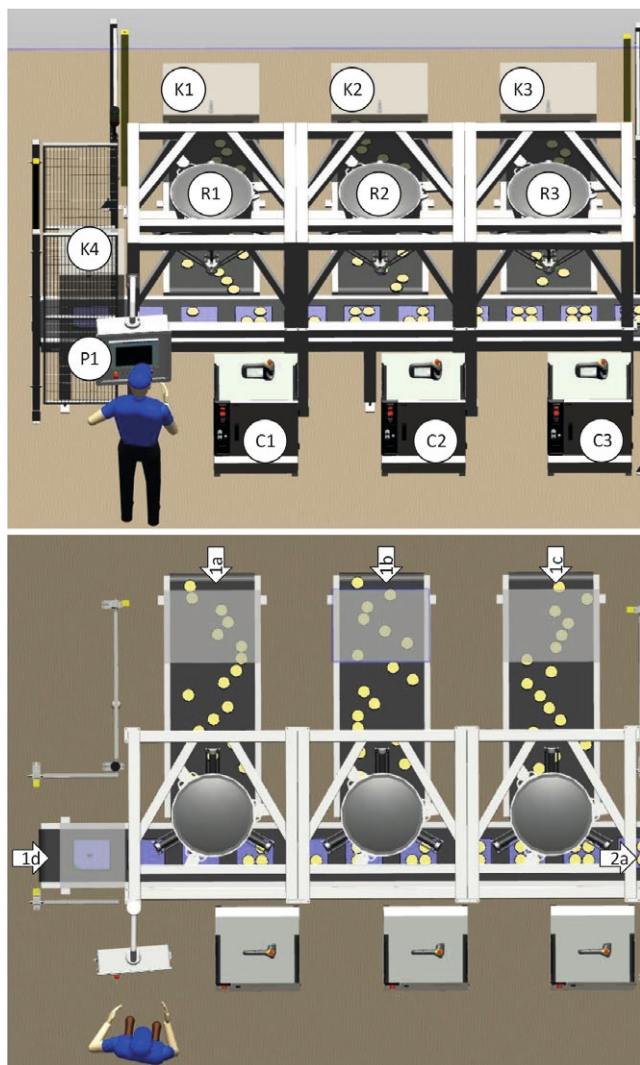
Stanowisko zrobotyzowanego sortowania produktów może realizować wiele operacji, m.in. pobieranie, kontrola jakości, przenoszenie, sortowanie i układanie. Z uwagi na charakter procesu stacja sortowania ma następujące cechy (rys. 15):

- duża wydajność dostosowana do potrzeb odbiorcy;
- bardzo szybkie roboty, często pracujące kaskadowo;
- kilka linii dosyłających produkty oraz co najmniej jedna linia dosyłająca kontenery (tacki, blistry, kartony);
- śledzenie taśmy produkcyjnej, gdzie zadania robotów są wykonywane „w locie” (bez zatrzymywania przenośników);
- nieuporządkowane produkty na liniach wejściowych;
- na wyjściu stacji otrzymuje się z produkt gotowy do pakowania lub paletyzacji.

1.2.2. Zrobotyzowane pakowanie produktów

Pakowanie produktów – dobór robota i jego wyposażenia

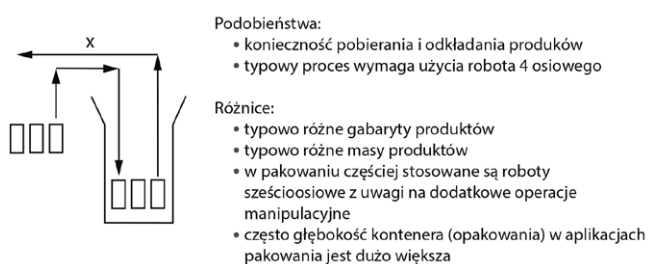
Pakowanie produktów (rys. 16) jest często połączone z ich sortowaniem (zwłaszcza jeśli produkty mają duże gabaryty lub masę), dlatego etap sortowania może nie być wyodrębniony z procesu (rys. 17). W przykładzie przedstawionym na rysunku 2 założono (tak jest zazwyczaj), że zarówno



↑ Rys. 15. Stacja sortowania w środowisku RobotStudio firmy ABB; R1, R2, R3 – roboty IRB360; C1, C2, C3 – kontrolery IRC5 z panelami nauczania (Flex Pendantami); K1, K2, K3, K4 – tunele świetlne z kamerami; P1 – pulpit operatora; 1a, 1b, 1c – linie dosyłające produkty; 1d – transportery dosyłające tacki; 2a – transporter wyjściowy



↑ Rys. 16. Robot IRB360 układający czekoladki w kartonie



↑ Rys. 17. Podobieństwa i różnice procesów sortowania i pakowania

transportery wejściowe, jak i wyjściowe przemieszczają detale w sposób uporządkowany, a sam proces może być realizowany bez lub z zatrzymaniem taśmy produkcyjnej.

Na etapie pakowania (ponieważ w większości przypadków celem jest przeniesienie produktu z jednego miejsca do drugiego) wykorzystuje się uniwersalne roboty sześci- i czteroosiowe. Roboty sześcioksiowe są stosowane ze względu na ich większą elastyczność i większą przestrzeń roboczą (podczas realizacji procesu pakowania czasami konieczne jest wykonywanie dodatkowych operacji manipulacyjnych). Dodanie odrębnej stacji pakowania do stanowiska zwiększa wydajność i płynność realizacji procesu. Roboty przeznaczone do pakowania charakteryzują się m.in.:

- małym zakresem udźwigu, ok. 1–30 kg;
- przestrzenią roboczą zwykle odpowiadającą przestrzeni roboczej człowieka;
- dużą prędkością – do 10 m/s;
- wysoką powtarzalnością, ok. 0,03–0,2 mm;
- standardowo stopniem ochrony IP67.

Roboty w procesie pakowania wykonują operacje typu *pick and place*, przenosząc produkty z jednego miejsca do drugiego. W nowoczesnych, w pełni zautomatyzowanych stacjach pakowania do zadań robota należy zaliczyć:

- przenoszenie uporządkowanych produktów z jednego transportera na inny, zgodnie z algorytmem pracy;
- układanie warstw parzystych i nieparzystych w tzw. kontenerach,
- odpowiednie zorientowanie produktów;
- chwytanie produktów pojedynczo lub po kilka jednocześnie;
- odkładanie produktów do kontenerów.

W porównaniu z robotami sortującymi roboty pakujące są zwykle wyposażone w bardziej złożone chwytaki.

Roboty o strukturze równoległej w procesach pakowania

W procesach pakowania, podobnie jak sortowania, mogą być stosowane przedstawione w poprzednim rozdziale roboty o strukturze równoległej. Ich zastosowanie jest uwarunkowane m.in.:

- właściwościami pakowanych produktów (np. masą, gabarytami) – roboty o strukturze równoległej do procesów sortowania mają z reguły mały udźwig i małą przestrzeń roboczą;

- własnościami opakowań (np. gabarytami):
 - w przypadku dużych opakowań mała przestrzeń robocza może uniemożliwić zastosowanie tego typu robotów,
 - w przypadku opakowań głębokich może być konieczne użycie chwytaków o dużej długości (rozchodzące się ramiona mogą wchodzić w kolizję z opakowaniem);
- sposobem pakowania (np. konieczność układania produktów pod kątem, czy układania warstw) – problematyczne zwłaszcza w przypadku głębokich opakowań;
- konfiguracją stanowiska pakującego – z uwagi na małą przestrzeń roboczą roboty o strukturze równoległej nie znajdują zastosowania na stanowiskach, gdzie konieczne jest przenoszenie produktów na znaczną odległość w pionie lub poziomie.

Roboty o strukturze szeregowej w procesach pakowania

W procesach pakowania, podobnie jak sortowania, mogą być stosowane przedstawione w poprzednim rozdziale (dotyczącym sortowania produktów) roboty o strukturze szeregowej. Użycie konkretnego typu robota będzie wynikało z wymagań samego procesu pakowania. Jednak z uwagi na fakt, że pakowane produkty często znajdują się w opakowaniach gama robotów (oprócz jednostek najmniejszych) będzie obejmowała również roboty średniej wielkości (rys. 18).

Roboty sześciooosiowe są zaliczane do robotów monolitycznych. Do ich zalet należą m.in.:

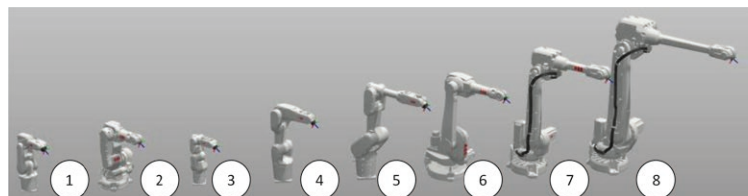
- duża przestrzeń robocza – zwłaszcza w robotach, w których zastosowano rozwiązanie z przesuniętym barkiem i łokciem;
- szybkie i zwinne ruchy;
- możliwość instalacji na podłodze, ścianie, suficie i pod kątem;
- możliwość uzyskania dowolnej orientacji efektora w przestrzeni (zakresy czwartej i szóstej osi często znacznie przekraczają $\pm 360^\circ$).

Przykładem sześciooosiowego robota może być urządzenie IRB 2600 firmy ABB przedstawione na rysunku 19.

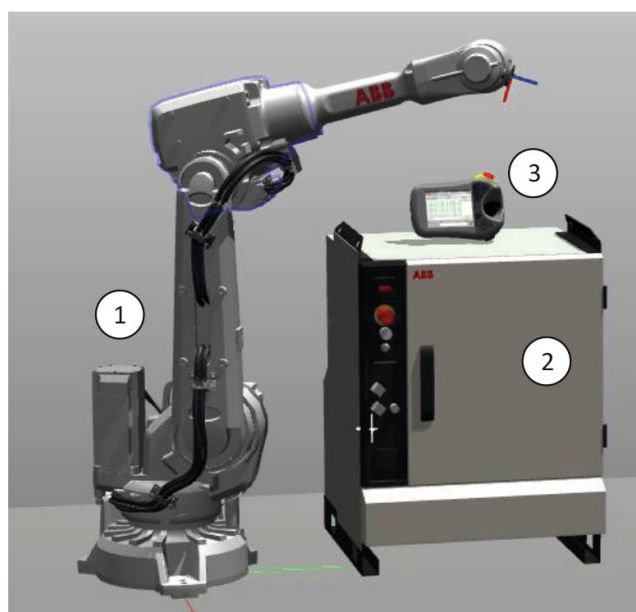
Podstawowe cechy sześciooosiowego robota IRB 2600 firmy ABB (rys. 19 i 20):

- 6 osi typu obrotowego;
- udźwig 12–20 kg;
- zasięg 1650–1850 mm;
- powtarzalność $\pm 0,04$ mm;
- masa 272–284 kg;
- temperatura pracy 5–45°C.

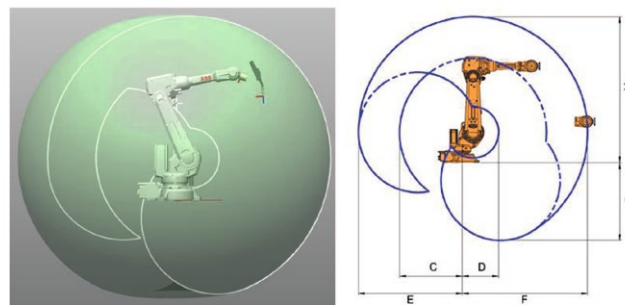
Do pakowania z powodzeniem stosowane są również roboty czteroosiowe. Podobnie jak w przypadku 4-osiowych robotów typu delta w robotach o strukturze szeregowej trzy główne osie robota umożliwiają dowolne przemieszczanie ładunku w przestrzeni kartezjańskiej (wzdłuż osi x, y, z), czwarta oś pozwala na zmianę orientacji ładunku wokół pionowej osi z. Z reguły tego typu roboty charakteryzują się dużym udźwigniem oraz zasięgiem, dlatego oprócz zastosowań w pakowaniu są często wykorzystywane do paletyzacji. Przykładem takiego robota jest IRB 460 (rys. 21), który



↑ **Rys. 18.** Średnie roboty sześciooosiowe znajdujące zastosowanie w aplikacjach sortowania na przykładzie robotów firmy ABB: 1 – IRB 120 o udźwigu 3 kg i zasięgu 58 cm, 2 – IRB 140 o udźwigu 6 kg i zasięgu 81 cm, 3 – IRB 1100 o udźwigu 4 kg i zasięgu 47–58 cm, 4 – IRB 1200 o udźwigu 5 kg i zasięgu 70–90 cm, 5 – IRB 1300 o udźwigu 7 kg i zasięgu 90–115–140 cm, 6 – IRB 1600 o udźwigu 6–8–10 kg i zasięgu 1,2–1,45 m, 7 – IRB 2600 o udźwigu 12–20 kg i zasięgu 1,65–1,85 m, 8 – IRB 4600 o udźwigu 20–40–45–60 kg i zasięgu 2,05–2,55 m

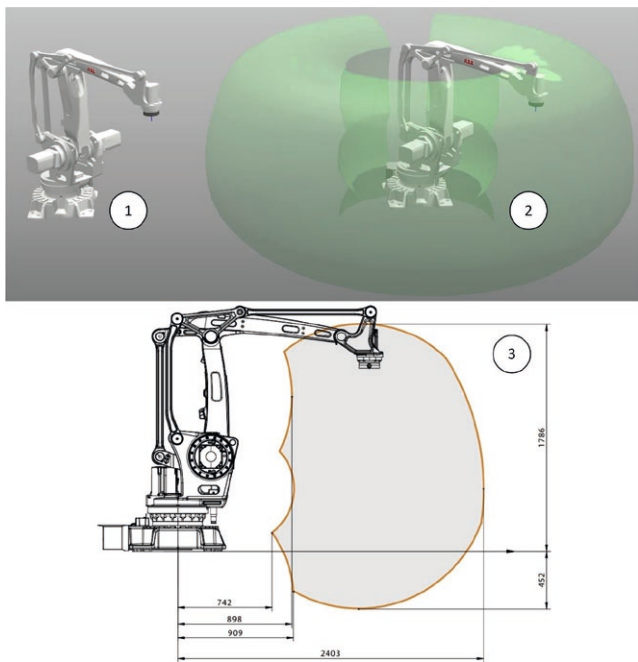


↑ **Rys. 19.** Sześciooosiowy robot IRB 2600 firmy ABB: 1 – robot IRB 2600, 2 – kontroler IRC5, 3 – panel nauczania (FlexPendant)



Model	Poz. A	Poz. B	Poz. C	Poz. D	Poz. E	Poz. F
IRB 2600-20/1.65	1948 mm	993 mm	837 mm	469 mm	1353 mm	1653 mm
IRB 2600-12/1.65	1948 mm	993 mm	837 mm	469 mm	1353 mm	1653 mm
IRB 2600-12/1.85	2148 mm	1174 mm	967 mm	506 mm	1553 mm	1853 mm

↑ **Rys. 20.** Robot IRB 2600 firmy ABB – przestrzeń robocza [69], gdzie Poz. oznacza pozycję robota w określonym punkcie na granicy przestrzeni roboczej



↑ Rys. 21. Czteroosiowy robot IRB 460 firmy ABB: 1 – robot IRB 460, 2, 3 – przestrzeń robocza robota IRB 460

może wykonać do 2190 cykli na godzinę, przy udźwigu 60 kg (rampa cyklu 400 mm, 2000 mm, 400 mm). Jest o 15% szybszy niż najbliższy rywal w jego klasie.

Podstawowe cechy sześcioposiowego robota IRB 460 firmy ABB (rys. 21):

- 4 osie typu obrotowego;
- udźwig do 110 kg;
- zasięg do 2400 mm,
- powtarzalność $\pm 0,20$ mm;
- masa 925 kg;
- temperatura pracy 0–45°C.

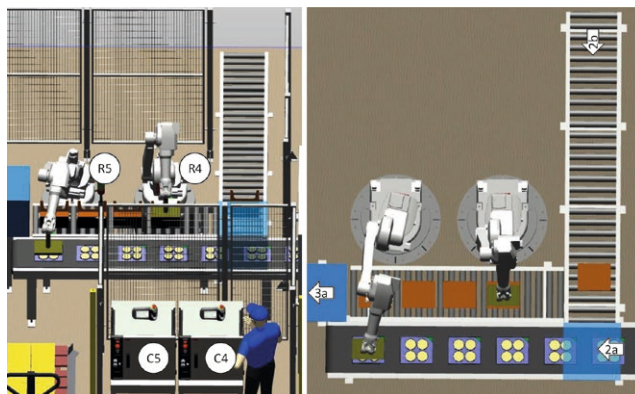
Pakowanie produktów – konfiguracja stacji

Na stanowisku zrobotyzowanego pakowania można realizować kilka operacji, m.in. pobieranie, kontrolowanie, przenoszenie, sortowanie i układanie. Stacja pakowania (rys. 22) obejmuje:

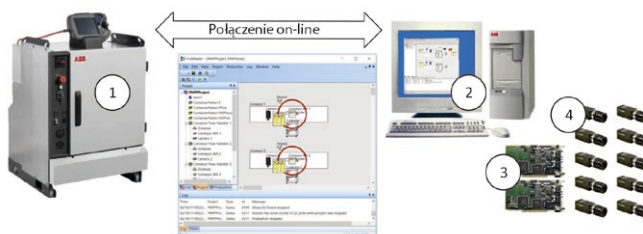
- szybkie roboty, często pracujące kaskadowo;
- jedną linię dosyłającą produkty i jedną linię dosyłającą opakowania (kartony).

Wymaga się, by stacja pakowania miała dużą wydajność, dostosowaną do potrzeb odbiorcy, aby produkty na linii wejściowej były uporządkowane, a na wyjściu stacji produkt powinien być gotowy do paletyzacji.

W większości przypadków produkty na transporterze wejściowym są uporządkowane, przez co nie ma konieczności używania systemów wizyjnych do określania pozycji i orientacji produktów (obecność uporządkowanych produktów w punkcie poboru jest wykrywana za pomocą czujnika). Sam proces pobierania produktów może być realizowany ze śledzeniem transportera („w locie”) lub po jego zatrzymaniu.



↑ Rys. 22. Stacja pakowania w środowisku RobotStudio firmy ABB: R4, R5 – roboty IRB1600; C4, C5 – kontrolery IRC5 z panelami nauczania (Flex Pendantami); 2a, 2b – transportery dosyłające produkty; 3a – transporter wyjściowy



↑ Rys. 23. Elementy systemu PickMaster 3 firmy ABB: 1 – kontroler IRC5, 2 – komputer z programem PickMaster 3, 3 – karty do obsługi kamer, 4 – kamery

Kontenery na transporterze wyjściowym z reguły również są uporządkowane, a proces odkładania produktów do kontenerów częściej odbywa się po zatrzymaniu kontenera niż w locie. Wynika to głównie z faktu, że standardowo do kontenerów pakowanych jest wiele produktów, w wielu warstwach.

Należy zauważyć, że proces pakowania może zawierać w sobie proces sortowania (jeżeli konieczne jest pakowanie różnych produktów do jednego opakowania). Przy doborze robotów do stacji sortujących/pakujących należy zwrócić uwagę na cechy produktów oraz kontenerów, do których te produkty są pakowane.

Zainteresowanie procesami sortowania/pakowania jest na tyle duże, że producenci robotów proponują moduły wspierające tworzenie takich stacji w trybie off-line (np. firma ABB oferuje pakiet Picking PowerPac dla środowiska RobotStudio) oraz moduły wspierające szybką konfigurację procesu sortowania/ pakowania (np. PickMaster 3 firmy ABB – rys. 23).

1.3. Przykład zrobotyzowanego stanowiska do sortowania i pakowania produktów

Do najszybciej rozwijających się gałęzi przemysłu należy przemysł spożywczy. Ze względu na często nieregularne kształty wyrobów oraz konieczność częstych modyfikacji linii produkcyjnej ta gałąź przemysłu stawia w procesie robotyzacji szczególne wymagania [70, 71].

Ze względu na dużą konkurencyjność rynku i potrzebę, aby sprostać rygorystycznym normom jakości produktów, strategię fabryk muszą podlegać ciągłym zmianom, dlatego konieczne jest prowadzenie analiz dotyczących bieżącej produkcji [72]. Lecz ze względu na dużą liczbę parametrów technologicznych i sprzętowych oraz jednocześnie wymaganie osiągnięcia wysokiej produktywności dużym wyzwaniem jest zapewnienie jakości [73, 74]. Uwzględniając wysokie koszty zrobotyzowanych linii produkcyjnych, konieczne jest opracowanie elastycznych systemów produkcyjnych, które pozwolą na szybkie dostosowanie się do wymagań klientów. Takie rozwiązanie jest możliwe dzięki zastosowaniu technik i narzędzi do analizy przebiegu procesu technologicznego z możliwością przewidywania przyszłych jego funkcjonalności [75–81]. Należy jednocześnie szacować wymagania procesu i tworzyć modele behawioralne zarówno samego procesu, jak i poszczególnych maszyn, tak aby rozważyć wszystkie możliwe problemy i uwzględnić je w tworzonym modelu.

Biorąc pod uwagę wysokie koszty prowadzenia takich eksperymentów na hali produkcyjnej, warto przeprowadzić symulacje komputerowe już na etapie projektowania produkcyjnego – pozwala to na wyeliminowanie wielu problemów. Szczególnie ważne jest prowadzenie analiz, które umożliwią ocenę numeryczną przebiegu procesu oraz ocenę zakresu wprowadzonych zmian [82]. Pełne analizy powinny uwzględniać konserwację, planowanie i sekwencjonowanie zadań, uwzględniając jednocześnie stochastyczność procesów i związaną z tym niepewność popytu, podaży i wydajności maszyn [83]. Inne podejście polega na analizie procesu produkcyjnego, skupiającej się na czasie potrzebnym do wykonania każdego zadania (operacji) oraz w powiązaniu z nim, na czasie potrzebnym na realizację całego zamówienia [84]. Pomimo istnienia możliwości technicznych wykonania symulacji komputerowych przed uruchomieniem produkcji lub podczas jej realizacji trudnym zadaniem pozostaje przygotowanie dokładnego modelu na podstawie rzeczywistego procesu [85].

Nowe wyzwania stawiane przez Przemysł 4.0 zaowocowały dynamicznym rozwojem środowisk symulacyjnych (np. RobotStudio, Robo Guide, KUKA SimPro, Delmia, Simulate Process), które umożliwiają dokładne odwzorowanie warunków istniejących na rzeczywistych liniach produkcyjnych dzięki mechanizmowi wirtualnego kontrolera [49, 86, 87].

1.3.1. Wirtualny bliźniak – badanie algorytmów zrobotyzowanego pakowania produktów

Do tworzenia cyfrowych bliźniaków stanowisk produkcyjnych (ang. *Digital Twin Manufacturing Cells* – DTMC) są wykorzystywane techniki programowania robotów w trybie off-line [40, 88–92]. Umożliwiają one prowadzenie analiz funkcjonowania stacji produkcyjnych przed ich uruchomieniem oraz (szybko i bez zatrzymywania rzeczywistych maszyn) na wprowadzanie modyfikacji na stanowiskach podczas produkcji. Jest to szczególnie ważne w obecnym trendzie personalizacji produkcji [93]. Cyfrowe bliźniaki komórek produkcyjnych można wykorzystać do badania strategii współpracy między robotami przemysłowymi a ludźmi [94].



↑ Rys. 24. Ogólny widok stanowiska zrobotyzowanego przygotowanego z wykorzystaniem rozszerzonej rzeczywistości

Takie podejście zwiększa bezpieczeństwo operatora związane z zagrożeniami dotyczącymi ruchów manipulatorów z dużymi prędkościami, ogromnymi siłami generowanymi przez roboty oraz potrzebą współdzielenia wspólnego miejsca pracy przez ludzi i roboty przemysłowe. Cyfrowe bliźniaki mają jeszcze jedną ważną cechę (rys. 24) – pozwalają na tworzenie zaawansowanych aplikacji sterujących z wykorzystaniem większości nowoczesnych narzędzi, tj. sztucznej inteligencji (ang. *Artificial Intelligence* – AI), rzeczywistości wirtualnej (ang. *Virtual Reality* – VR) oraz rzeczywistości rozszerzonej (ang. *Augmented Reality* – AR) [88, 95].

Aby móc dokładnie odwzorować rzeczywistość, wymagane jest, aby modele maszyn (m.in. roboty) były kompletne. Oznacza to, że w przypadku robotów przemysłowych konieczne jest opracowanie dokładnej kinematyki modeli oraz ich układów sterowania [96].

W związku z dynamicznym rozwojem robotyzacji przemysłu elektronicznego i spożywczego rozwijane są zaawansowane aplikacje typu *pick and place*, które pozwalają rozwiązywać problemy napotymane w robotyzacji tych przemysłów (złożoność procesu, współpraca ludzi i maszyn, nieregularne kształty produktów) [70, 97]. Jednym z ważnych aspektów aplikacji typu *pick and place* jest planowanie trajektorii ruchu manipulatora, zwłaszcza w przypadku robotów dwuramiennych [98–101]. Podział zadań pomiędzy wiele współpracujących robotów jest również dużym wyzwaniem z uwagi na konieczność zapewnienia właściwej koordynacji maszyn oraz kolejkowania i rozdzielania produktów [102]. Obecnie integralnymi elementami stanowisk typu *pick and place* są systemy wizyjne. Zapewniają one dużą elastyczność procesu i szybką reakcję robotów na pojawiające się zmiany produkcyjne.

Jednym z najważniejszych problemów dotyczących współpracy robotów z systemami wizyjnymi jest dokładność przekazywanych współrzędnych oraz orientacji wykrywanych obiektów [103–105]. W aplikacjach typu *pick and place*, w których od robotów oczekuje się wykonywania krótkich cykli pracy, ważne jest ustawienie minimalnego czasu i wydajnej metody chwytania [106]. Większość chwytaków

stosowanych w tych aplikacjach to chwytaki przyssawkowe, które wymagają, aby czas chwytania był krótszy niż 1 s. Również ważnym parametrem jest niezawodność chwytu, która jest kluczowa przy szybkich i dynamicznych ruchach manipulatora [107, 108].

Efektywność zrobotyzowanego miejsca pracy wpływa nie tylko na aspekty ekonomiczne, ale jest również ważnym jakościowym wskaźnikiem rentowności firmy. Największa możliwa liczba produkowanych wyrobów, w jak najkrótszym czasie, przy możliwie najwyższej jakości to główne cele stawiane przez firmy produkcyjne. Proces ten mierzony jest cyklami pracy wykonywanymi przez poszczególne roboty. Na podstawie tych cykli można stwierdzić, czy maszyny pracują poprawnie z wymaganą powtarzalnością. W przypadku aplikacji pakujących należy również rozważyć możliwość kontynuowania produkcji w sytuacjach awaryjnych [109]. Może się zdarzyć, że z powodu awarii jednej maszyny (np. robota przemysłowego) konieczne będzie zatrzymanie całej linii produkcyjnej. Taka sytuacja generuje ogromne straty, dlatego poszukuje się rozwiązań, które zapewnią ciągłość produkcji nawet poniżej 100% wydajności.

Na zrobotyzowanych liniach produkcyjnych często konieczne jest równoważenie i sekwencjonowanie zadań wykonywanych przez maszyny. Podział zadań między maszyny związany jest z operacjami technologicznymi, które są niezbędne do realizacji danego procesu produkcyjnego. Ze względu na złożoność procesów montażowych jest to szczególnie widoczne na liniach montażowych (np. w motoryzacji). Łatwo jednak zauważyć, że robotyzacja innych procesów produkcyjnych (np. pakowania, sortowania, spawania łukowego, zgrzewania punktowego, cięcia) kieruje się tymi samymi zasadami. Jest to oczywiste, jeśli na stanowisku produkcyjnym pracuje wiele robotów. Dlatego projektowanie linii produkcyjnych nie jest łatwym zadaniem. Projektanci muszą wziąć pod uwagę wiele czynników (np. układ fabryki, koszt i niezawodność systemu, złożoność zadań, dobór sprzętu, kryteria operacyjne linii, ograniczenia), które mają wpływ na wynik końcowy. Można skorzystać z istniejących procedur, które zawierają różnego typu metody m.in.:

- metody heurystyczne obejmujące procedurę konstruktywną, algorytmy genetyczne, optymalizację kolonii [110–113];
- poszukiwanie optymalnych modeli (wyszukiwanie rozgałęzione i powiązane, programowanie dynamiczne, liniowe i całkowite) [114, 115];
- inne podejścia (teoria ograniczeń, podejście oparte na wiedzy, systemy ekspertowe) [116–118];
- metody symulacyjne [119, 120].

Celem projektanta powinno być opracowanie linii uwzględniającej:

- wysoką produktywność,
- zoptymalizowany czas przetwarzania,
- opłacalność,
- dobór maszyn oraz zoptymalizowanie ich obciążenia,
- elastyczną produkcję,
- produkcję „dokładnie na czas”.

Ważne jest, aby proponować linie przy użyciu nowoczesnych metod projektowania, które umożliwiają prowadzenie symulacji gwarantujących uzyskanie wiarygodnych wyników badań. Dostępne na rynku zaawansowane środowiska do programowania robotów i symulacji pracy stanowisk zrobotyzowanych (np. RobotStudio) pozwalają na dokładne odwzorowanie rzeczywistych warunków (zdaniem producentów nowoczesne technologie zapewniają 99% odwzorowania pracy rzeczywistego stanowiska). Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu wirtualnych kontrolerów utworzonych na podstawie rzeczywistych systemów robotów. Technologia ta umożliwia rozwój cyfrowych bliźniaków, które są odpowiednikiem prawdziwych maszyn.

W przytoczonym poniżej przykładzie zaproponowano i przeanalizowano wydajność produkcyjną zrobotyzowanego pakowania. Spełnienie postawionych wymagań zostało zrealizowane przy użyciu dwóch algorytmów sortowania. W pierwszym algorytmie – zrównoważone obciążenie (ang. *Load Balancing* – LB) – produkty wykryte przez system wizyjny są przydzielane do obszarów roboczych poszczególnych robotów (każdy robot ma przydzieloną taką samą liczbę produktów do obsłużenia).

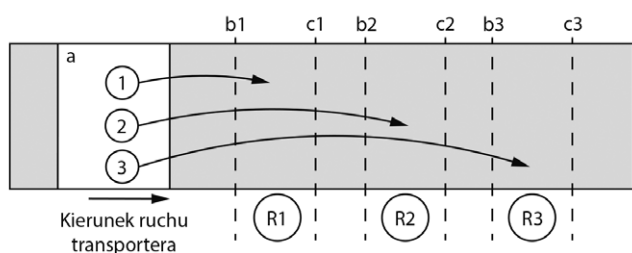
Na rysunku 25 jest pokazany przykład dystrybucji produktów dla trzech robotów. Obiekt, po wykryciu przez system wizyjny, jest przypisywany do wybranego obszaru roboczego (ang. *Work Area* – WA) obsługiwanego przez określonego robota. Zakres pracy jest ograniczony dwoma parametrami: wejściem (WA) i wyjściem (WA). Wejście WA to granica, z której robot zaczyna realizację zadań (pobieranie produktów) w obszarze roboczym. Wyjście WA to granica, po której przekroczeniu produkt przestaje być śledzony i jest usuwany z systemu sterowania (rys. 25). W algorytmie LB pozycje produktów zostają rozdzielone między obszary robocze w taki sposób, aby uniknąć wysyłania do tego samego obszaru roboczego dwóch sąsiadujących produktów.

Drugi algorytm – adaptacyjne wykonywanie zadań (ang. *Adaptive Task Completion* – AT) – jest oparty na zasadzie dystrybucji wszystkich obiektów wykrytych przez system wizyjny do wszystkich obszarów roboczych jednocześnie (rys. 26). Oznacza to, że roboty zawsze mają więcej dostępnych produktów do obsługi w porównaniu z algorytmem równomiernego obciążenia. Innymi słowy, można powiedzieć, że wszystkie obiekty przypisane do grupy ATC są wysyłane do każdego obszaru roboczego w grupie, a produkty, których nie obsługuje pierwszy robot, będą dostępne dla pozostałych robotów (rys. 26). Obiekt, po wykryciu przez system wizyjny, jest przypisywany do każdego obszaru roboczego grupy. Podobnie jak w poprzednim przypadku obszary pracy są ograniczone dwoma parametrami: wejście WA i wyjście WA.

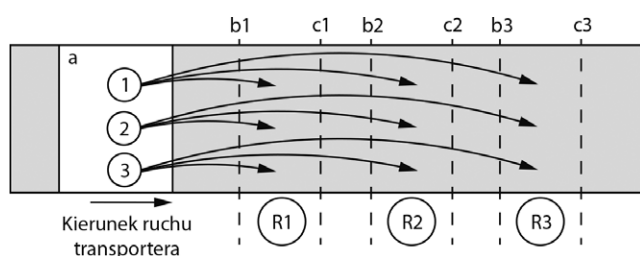
Rysunek 27 przedstawia dystrybucję produktów dla algorytmów LB i ATC, gdzie:

- i – indeks produktu,
- k – indeks strefy roboczej,
- n – numer strefy roboczej w stacji.

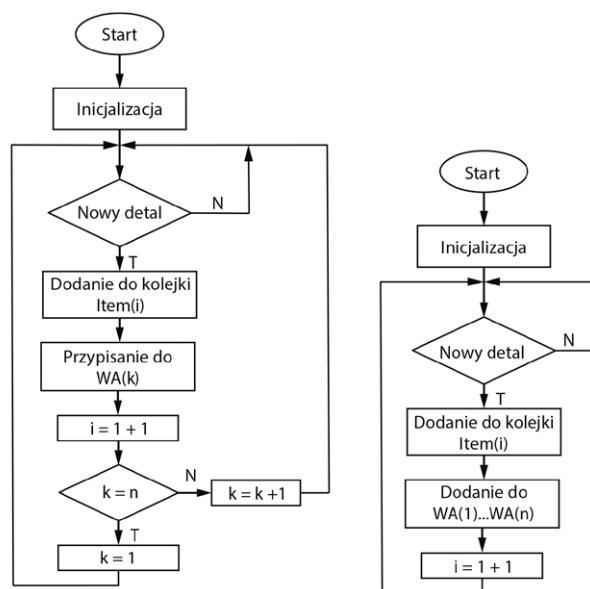
Na podstawie przedstawionych algorytmów przeprowadzono testy wydajnościowe stacji z uwzględnieniem



↑ **Rys. 25.** Ogólny widok dystrybucji produktów do poszczególnych obszarów roboczych – algorytm LB; a – obszar wykonania zdjęcia; 1, 2, 3 – produkty; R1, R2, R3 – roboty; b1, b2, b3 – wejścia WA; c1, c2, c3 – wyjścia WA



↑ **Rys. 26.** Ogólny widok dystrybucji produktów do poszczególnych obszarów roboczych – algorytm ATC; a – obszar wykonania zdjęcia; 1, 2, 3 – produkty; R1, R2, R3 – roboty; b1, b2, b3 – wejścia WA; c1, c2, c3 – wyjścia WA



↑ **Rys. 27.** Schemat algorytmów dystrybucji LB (po lewej) i ATC (po prawej)

ewentualnych sytuacji awaryjnych. Wybrano dwa możliwe typy sytuacji awaryjnych:

- zatrzymanie robota z powodu błędu sprzętu lub oprogramowania, bez awaryjnego zatrzymania robota i stacji; jeżeli pozycja robota nie koliduje z innymi pracującymi

urządzeniami, to istnieje możliwość zakończenia cyklu produkcyjnego bez interwencji operatora;

- po wystąpieniu zatrzymania serwisowego lub awaryjnego, jeśli robot nie zderzy się z innym sprzętem, operator może wznowić produkcję z pominięciem uszkodzonej maszyny, aby zakończyć cykl produkcyjny.

Utrzymanie produkcji w takich stanach awaryjnych może mieć kluczowe znaczenie, zwłaszcza gdy wznowienie produkcji po dłuższym przestoju wymaga dużego nakładu pracy, w tym zachodzi konieczność np.:

- wykonania prac konserwacyjnych;
- usunięcia pozostałego materiału;
- oczyszczenia maszyny;
- wykonanie kompleksowej procedury rozruchowej (pieców i myjek przemysłowych).

Prowadzenie takich rozważań jest wskazane zwłaszcza w dobie Przemysłu 4.0, gdzie przewiduje się krótkie serie produkcyjne produktów wysoce spersonalizowanych, co może prowadzić do sytuacji, w której ukończenie produkcji, nawet przy ograniczonej wydajności, będzie najbardziej opłacalnym rozwiązaniem.

1.3.2. Zrobotyzowane stanowisko do pakowania produktów w RobotStudio

Przy projektowaniu zrobotyzowanego stanowiska produkcyjnego w RobotStudio można wygenerować nowe wirtualne kontrolery robotów (ang. *Virtual Controllers*) lub utworzyć je, korzystając z plików konfiguracyjnych robotów rzeczywistych produkcyjnej w procesach zrobotyzowanego sortowania... (wygenerować z kopii zapasowej systemu operacyjnego robota). W przedstawianym przypadku wykorzystano elementy rzeczywistego stanowiska (rys. 28), w skład którego wchodzi:

- robot IRB 360 typu delta z kontrolerem IRC5 (rys. 28 i 30);
- rama nośna robota IRB 360 (rys. 28);
- kamera scA1300-32gc (rys. 29) o rozdzielczości 1294 × 964 pikseli;
- dwa transportery.

IRC5 (rys. 30) jest kontrolerem robotów ABB piątej generacji. Zastosowane w nim techniki sterowania ruchem, TruMove & QuickMove, mają decydujące znaczenie dla pracy robota, a zwłaszcza dla dokładności jego działania (przemieszczania się), osiąganych prędkości, czasów cyklu oraz przy programowaniu i synchronizacji z urządzeniami zewnętrznymi.

Główne sekcje kontrolera IRC5 to:

- Sekcja zasilania kontrolera – w sekcji zasilania kontrolera znajduje się transformator zapewniający odpowiedni poziom napięcia dla zasilania wszystkich urządzeń systemu robota. Z reguły bezpośrednio z transformatora, poprzez styczniki (załączenie jest uzależnione od stanu obwodów bezpieczeństwa), jest zasilana sekcja falowników (serwo-wzmacniacze silników robota). Ponadto z transformatora zasilane są zasilacze innych jednostek (np. komputer główny, jednostki we/wy).
- Sekcja komputera głównego – rolę komputera głównego jest kontrola pracy robota przemysłowego oraz urządzeń,



↑ Rys. 28. Ogólny widok rzeczywistego stanowiska



← Rys. 29. Widok ogólny kamery Scout scA1300-32gc z obiektywem Tamron



← Rys. 30. Kontroler IRC5 z panelem nauczania (Flex Pendantem)

z którymi bezpośrednio współpracuje. System operacyjny komputera jest dopasowany do konfiguracji sprzętowo-programowej. Tu jest też wykonywany program sterujący pracą robota. Komputer odpowiada za realizację programów sterujących zgodnie z przyjętym algorytmem pracy oraz za komunikację z urządzeniami zewnętrznymi przy wykorzystaniu dodatkowych modułów standardowych sieci przemysłowych (np. DeviceNet, PROFIBUS).

- Sekcja sterowania osiami robota – współczesne roboty do napędu osi wykorzystują tzw. serwonapędy. Dla zachowania prawidłowych parametrów ruchu (m.in.: prędkości i momentu obrotowego) oraz pozycji osi niezbędne jest

właściwe zasilanie silnika. Do tego zadania wykorzystywane są tzw. serwo-wzmacniacze. Wymagane do prawidłowego sterowania silnikami informacje są przekazywane do komputera głównego lub tzw. komputera osi, gdzie realizowane są wszystkie obliczenia związane z prawidłowym ruchem robota. Ta sekcja sterowania osiami robota jest również odpowiedzialna za przetwarzanie i przechowywanie informacji o aktualnym położeniu wszystkich osi robota.

- Sekcja obwodów bezpieczeństwa – podczas pracy robota muszą być zachowane szczególne środki bezpieczeństwa. Odpowiada za to dwukanałowy, monitorowany w sposób ciągły układ bezpieczeństwa robota. Jeśli którykolwiek z podzespołów kontrolowanych przez robota nie działa poprawnie, robot jest automatycznie zatrzymywany. W zależności od trybu pracy robota oraz zaistniałej sytuacji robot jest zatrzymany jednym z obwodów (m.in. Emergency Stop, General Stop, Auto Stop) w jednej z kategorii zatrzymania. Zatrzymanie robota wiąże się z wyłączeniem silników i włączeniem układu hamulcowego.
- Sekcja urządzeń we/wy – urządzenia we/wy robota są wykorzystywane do zbierania informacji z czujników podłączonych do wejść robota lub przekazywania informacji do innych urządzeń podłączonych do wyjść robota. Stosowane są zarówno sygnały cyfrowe, jak i analogowe. Karty we/wy występują w postaci modułów o różnej konfiguracji (liczba i rodzaj wejść i wyjść). Szczególnym typem modułów są karty enkoderowe do obsługi enkoderów, które są wykorzystywane przy „śledzeniu” detali na poruszających się mechanizmach (np. transporterach stołach obrotowych).

W skład przedstawionego stanowiska wchodzi również dwa transportery taśmowe (Cnv1) i (Cnv2) o parametrach:

- transporter Cnv1 – długość 10 m, wysokość 1 m, szerokość 0,8 m;
- transporter Cnv2 – długość 10 m, wysokość 1 m, szerokość 0,8 m.

W przedstawionym przykładzie wykorzystano robota typu delta o czterech stopniach swobody (IRB360 firmy ABB), udźwigu 1 kg i zasięgu roboczym 1130 mm. Do sterowania manipulatorem wymagana jest znajomość kinematyki prostej i kinematyki odwrotnej [71]. W większości przypadków przy tworzeniu modeli matematycznych odspiera się pozycjonowanie (osie główne robota) od orientowania (osie dodatkowa robota). Poniżej przedstawiono zależności kinematyczne umożliwiające wyznaczenie pozycji robota w przestrzeni kartezjańskiej (x, y, z). Długość boku platformy bazowej (B) wynosi s_B , długość boku platformy ruchomej (P) wynosi s_P (rys. 2.31). Zmienne osiowe to:

$$\Theta = \{\theta_1 \ \theta_2 \ \theta_3\}^T, \quad (1)$$

gdzie $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ to regulowane kąty osi obrotowych. Zmienne kartezjańskie to:

$${}^B P_P = \{x \ y \ z\}^T, \quad (2)$$

gdzie x, y, z – współrzędne kartezjańskie.

Schemat robota przedstawiono na rysunku 31.

Kinematykę prostą opisują następujące równania:

- trzy bezwzględne wektorowe punkty węzłowe są określone wzorem:

$${}^B A_i = {}^B B_i + {}^B L_i, \quad i = 1, 2, 3, \quad (3)$$

gdzie:

$${}^B B_1 = \begin{Bmatrix} 0 \\ -w_B \\ 0 \end{Bmatrix}, \quad {}^B B_2 = \begin{Bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} w_B \\ \frac{1}{2} w_B \\ 0 \end{Bmatrix}, \quad {}^B B_3 = \begin{Bmatrix} -\frac{\sqrt{3}}{2} w_B \\ \frac{1}{2} w_B \\ 0 \end{Bmatrix}, \quad (4)$$

$${}^B L_1 = \begin{Bmatrix} 0 \\ -L \cos \theta_1 \\ -L \sin \theta_1 \end{Bmatrix}, \quad {}^B L_2 = \begin{Bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} L \cos \theta_2 \\ \frac{1}{2} L \cos \theta_2 \\ -L \sin \theta_2 \end{Bmatrix}, \quad (5)$$

$${}^B L_3 = \begin{Bmatrix} -\frac{\sqrt{3}}{2} L \cos \theta_3 \\ \frac{1}{2} L \cos \theta_3 \\ -L \sin \theta_3 \end{Bmatrix},$$

- trzy centra wirtualnych sfer są następujące:

$${}^B A_{iv} = {}^B A_i - {}^P P_i, \quad i = 1, 2, 3, \quad (6)$$

gdzie:

$${}^B A_{1v} = \begin{Bmatrix} 0 \\ -w_B - L \cos \theta_1 + u_p \\ -L \sin \theta_1 \end{Bmatrix}, \quad (7)$$

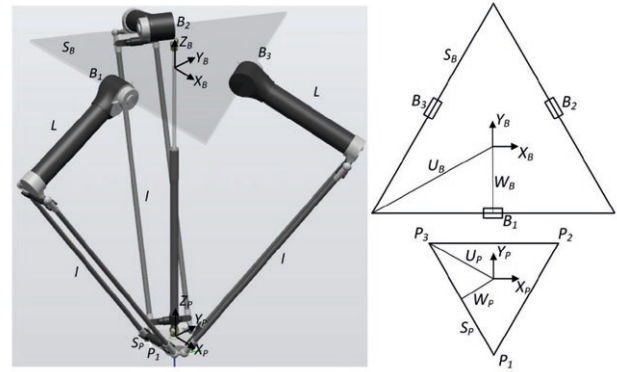
$${}^B A_{2v} = \begin{Bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} (w_B + L \cos \theta_2) - \frac{s_p}{2} \\ \frac{1}{2} (w_B + L \cos \theta_2) - w_p \\ -L \sin \theta_2 \end{Bmatrix},$$

$${}^B A_{3v} = \begin{Bmatrix} -\frac{\sqrt{3}}{2} (w_B + L \cos \theta_3) - \frac{s_p}{2} \\ \frac{1}{2} (w_B + L \cos \theta_3) - w_p \\ -L \sin \theta_3 \end{Bmatrix}, \quad (8)$$

$${}^P P_1 = \begin{Bmatrix} 0 \\ -u_p \\ 0 \end{Bmatrix}, \quad {}^P P_2 = \begin{Bmatrix} \frac{s_p}{2} \\ w_B \\ 0 \end{Bmatrix}, \quad {}^P P_3 = \begin{Bmatrix} -\frac{s_p}{2} \\ w_B \\ 0 \end{Bmatrix},$$

oraz: w_B – odległość w poziomie od {0} do strony bliższej podstawy, L – długość górnych ramion, u_p – odległość pozioma od {P} do wierzchołka platformy, s_p – bok trójkąta równobocznego platformy, w_p – odległość pozioma od {P} do najbliższego boku platformy.

Nieznany punkt kinematyki prostej (${}^B P_p$) to punkt przecięcia trzech znanych sfer:



↑ Rys. 31. Schemat manipulatora typu Delta

$$({}^B A_{1v}, l) ({}^B A_{2v}, l) ({}^B A_{3v}, l), \quad (9)$$

gdzie l jest długością równoległoboku kończyn dolnych.

Kinematyka odwrotna jest opisana następującymi równaniami:

$$E_i \cos \theta_i + F_i \sin \theta_i + G_i = 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad (10)$$

gdzie:

$$\begin{aligned} E_1 &= 2L(y + a); \\ E_2 &= -L(\sqrt{3}(x + b) + y + c); \\ E_3 &= L(\sqrt{3}(x - b) - y - c), \end{aligned} \quad (11)$$

$$F_1 = 2zL; F_2 = 2zL; F_3 = 2zL, \quad (12)$$

$$\begin{aligned} G_1 &= x^2 + y^2 + z^2 + a^2 + L^2 + 2ya - l^2, \\ G_2 &= x^2 + y^2 + z^2 + b^2 + c^2 + L^2 + 2(xb + yc) - l^2, \\ G_3 &= x^2 + y^2 + z^2 + b^2 + c^2 + L^2 + 2(-xb + yc) - l^2, \end{aligned} \quad (13)$$

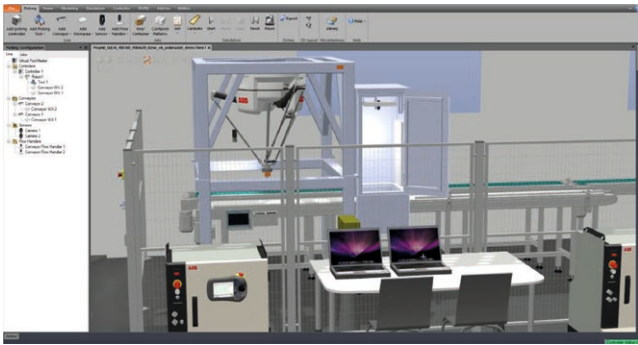
$$\begin{aligned} a &= w_B - u_p; \\ b &= \frac{s_p}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}; \\ c &= w_B - \frac{w_B}{2}. \end{aligned} \quad (14)$$

Wymagane napędzane kąty osi obrotowych można obliczyć z wzoru:

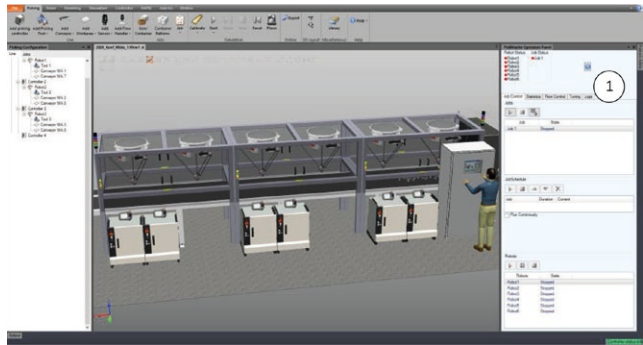
$$\theta_i = 2 \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{-F_i \pm \sqrt{E_i^2 + F_i^2 - G_i^2}}{G_i - E_i} \right). \quad (15)$$

Korzystając z RobotStudio, można utworzyć cyfrowego bliźniaka rzeczywistego stanowiska i rozbudować go o dodatkowe komponenty, np. o kolejne roboty (rys. 32 i 33). Podejście takie daje możliwość skalowania stanowisk produkcyjnych i testowania poprawności ich pracy oraz wydajności [49].

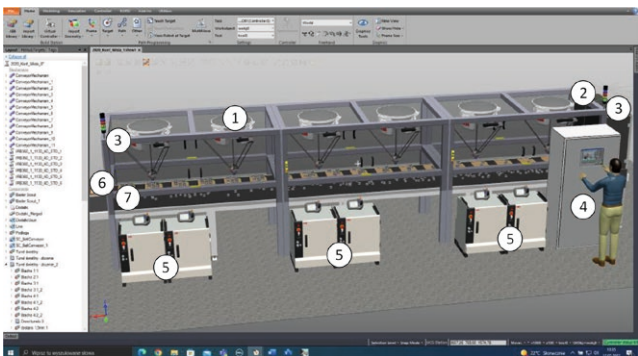
Programy sterujące robotami zostały opracowane w języku programowania RAPID, a pakietu PickingPower Pac użyto



↑ Rys. 32. Cyfrowy bliźniak rzeczywistego stanowiska przed modyfikacją



↑ Rys. 34. PickingPower Pac – widok ogólny; 1 – panel operatora



↑ Rys. 33. Cyfrowy bliźniak rzeczywistego stanowiska po modyfikacji; 1 – robot IRB360, 2 – kamera, 3 – kolumna świetlna, 4 – szafa sterująca z panelem HMI, 5 – IRC5 kontroler, 6, 7 – transportery



↑ Rys. 35. PickingPower Pac – belka narzędziowa: 1 – dodawanie do stanowiska wirtualnych kontrolerów robotów (ang. *picking controllers*), 2 – dodawanie i definiowanie narzędzi oraz układów współrzędnych (ang. *picking tools*), 3 – dodawanie i konfigurowanie transporterów (ang. *conveyors*), 4 – dodawanie stref pobierania i odkładania detali (ang. *workareas*), przy czym Conveyor Work Area służy do pobierania/odkładania produktów ze śledzeniem linii produkcyjnej, a Index Work Area – do pobierania/odkładania produktów z/do zdefiniowanych pozycji, 5 – dodawanie i konfigurowanie czujników (ang. *sensors*) odpowiedzialnych za wykrywanie produktów i kontenerów (kamer i czujników cyfrowych), 6 – dodawanie i konfigurowanie zarządców przepływu (ang. *Flow Handlers*) odpowiedzialnych za logikę funkcjonowania algorytmów przepływu, 7 – dodawanie i definiowanie produktów oraz kontenerów (ang. *Items/Containers*), 8 – dodawanie i definiowanie wzorców odkładania produktów do kontenerów (ang. *Container Patterns*), 9 – tworzenie reguł działania programu sterującego robotami (ang. *Jobs*), 10 – kalibracja (ang. *Calibrate*) układów współrzędnych w przypadku modyfikacji rozstawienia komponentów w stacji, 11-14 – przyciski sterowania symulacją (ang. *Start, Pause, Stop, Reset*), 15 – definiowanie przepływu produktów i kontenerów (ang. *Flows*), 16 – eksportowanie (ang. *Export*) reguł, linii i projektu do plików, które mogą być wykorzystane w programie PickMaster 3, 17 – przesuwanie/obracanie widoku stanowiska w pionie (ang. *3D Layout*), 18 – definiowanie bibliotek produktów, kontenerów i konfiguracji stacji, które mogą być użyte w przyszłości (ang. *Library*), 19 – pomoc (ang. *Help*)

do przeprowadzenia symulacji pracy stanowiska (rys. 34). Do konfiguracji i przygotowania sposobu funkcjonowania stanowiska służy belka narzędziowa pakietu PickingPower Pac (rys. 35).

Pakiet PickingPower Pac współpracuje z programem PickMaster 3, który odpowiada za sterowanie robotami. Przygotowanie sterowania procesem sortowania/ pakowania w środowisku RobotStudio za pomocą pakietu PickingPower Pac polega na zdefiniowaniu konfiguracji linii (rys. 36) i projektu (rys. 37) w programie PickMaster 3.

Zastosowanie przedstawionego zestawienia (RobotStudio, PickingPower Pac, PickMaster 3) umożliwia prowadzenie symulacji pracy stanowiska, analogicznie jak robi się to w rzeczywistych warunkach, gdzie program PickMaster 3 jest odpowiedzialny za kontrolę aplikacji przez dostarczanie kontrolerom robotów informacji o produktach i kontenerach zlokalizowanych na transporterach.

1.3.3. Parametry zrobotyzowanej stacji produkcyjnej

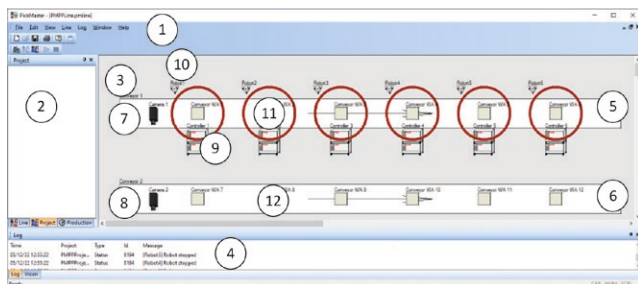
Do spełnienia wymagań procesowych niezbędna jest konfiguracja parametrów procesowych, które można podzielić na następujące grupy:

- parametry robotów przemysłowych;
- parametry dystrybucji i przepływu produktów oraz kontenerów;

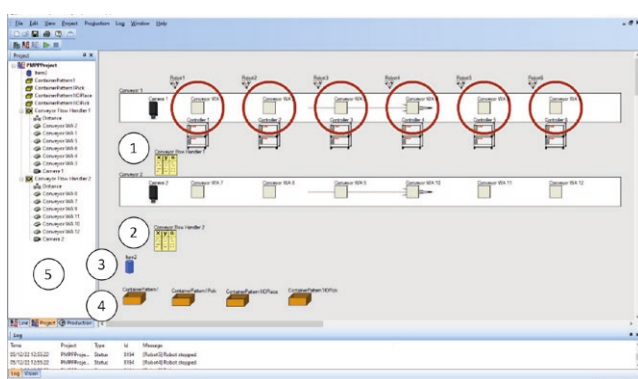
- parametry transporterów;
- własności stref pracy na transporterach (WA);
- własności zarządców przepływu.

Parametry i opcje robotów przemysłowych

Parametry (ustawienia sprzętowe) i opcje (ustawienia programowe i programowo- sprzętowe) robotów przemysłowych można pozyskać z kopii systemu rzeczywistego robota. Parametry zależą od typu wybranego manipulatora. Jeżeli zachodzi



↑ **Rys. 36.** PickMaster 3 – konfiguracja linii: 1 – belka narzędziowa, 2 – okno drzewa projektu, 3 – okno programu, 4 – okno wiadomości, 5 – transporter wejściowy, 6 – transporter wyjściowy, 7, 8 – kamery, 9 – kontroler robota, 10 – ikona robota, 11 – strefa pobierania produktów (Conveyor Work Area), 12 – strefa odkładania produktów (Conveyor Work Area)



↑ **Rys. 37.** PickMaster 3 – konfiguracja projektu: 1, 2 – moduł definiowania zarządcy przepływu produktów, 3 – moduł definiowania parametrów produktu, 4 – moduł definiowania wzorców pakowania kontenera, 5 – okno drzewa projektu

konieczność doposażenia robota w dodatkowe opcje, najczęściej należy je zakupić u producenta robotów. W większości rozwiązań można wyróżnić dwa typy opcji:

- programowe – wymagają dodatkowego modułu oprogramowania;
- sprzętowo-programowe – wymagają zarówno dodatkowego modułu oprogramowania, jak i dodatkowego osprzętu (np. karty sieciowej).

W przypadku robotów firmy ABB opcje zostały podzielone na kategorie z uwagi na ich funkcjonalność. Najważniejsze z nich są następujące:

- język – kategoria umożliwia wybór domyślnego języka obsługi;
- sieci przemysłowe (ang. *Industrial Networks*) – dotyczy mechanizmów obsługi protokołów komunikacyjnych (np. DeviceNet, PROFINET, PROFIBUS);
- parametry ruchu (ang. *Motion Performance*) – obejmuje opcje związane z wykonywaniem ruchu (np. Absolut Accuracy zapewnia w całym zakresie pracy bezwzględną dokładność TCP robota lepszą niż ± 1 mm);

- koordynacja ruchowa (ang. *Motion Coordination*) – dotyczy opcji związanych ze sposobem wykonywania ruchów przez robota w stosunku do innych urządzeń, z którymi on współpracuje (np. opcja MultiMove pozwala na poruszanie się sterowanych z jednego kontrolera robotów w sposób skoordynowany);
- zdarzenia ruchowe (ang. *Motion Events*) – do tej kategorii zaliczane są opcje dotyczące definiowanych stref pracy robota (ang. *World Zones*);
- funkcje ruchu (ang. *Motion Function*) – obejmuje opcje związane z niezależnym ruchem osi zewnętrznych, odzyskiwaniem trajektorii ruchu, korekcją ruchu, zmniejszeniem sztywności robota oraz sprawdzaniem narzędzi;
- nadzór nad ruchem (ang. *Motion Supervision*) – dotyczy funkcjonalności związanej z detekcją kolizji, która zmniejsza wpływ siły zderzenia na robota, aby zarówno robot, jak i urządzenia zewnętrzne mogły być chronione przed poważnymi uszkodzeniami;
- komunikacja (ang. *Communication*) – należące do tej kategorii funkcje są związane z odczytywaniem informacji z urządzeń zewnętrznych (np. komputera) bezpośrednio z kontrolera (ang. *FTP Client* i ang. *NFS Client*), komunikacją pomiędzy kontrolerem robota i podłączonymi do sieci komputerami (ang. *PC Interface*);
- narzędzia inżynierskie (ang. *Engineering Tools*) – obejmuje funkcjonalność związaną z tworzeniem zadań (programów) działających równolegle (ang. *Multitasking*) i aplikacji krytycznych czasowo (ang. *Continuous Application Platform*), integrowaniem czujników z kontrolerem robota do sterowania adaptacyjnego (*Sensor Interface*), obsługą zmienianych automatycznie narzędzi (ang. *Servo Tool Change*);
- pakowanie (ang. *Packing*) – dotyczy funkcji związanych z procesami zrobotyzowanego pakowania produktów (np. obsługi wielu transporterów, pobierania produktów w locie, konfiguracji systemów wizyjnych) oraz z obsługą programu PickMaster oraz pakietu PickingPower Pac;
- bezpieczeństwo funkcjonalne (ang. *Functional Safety*) – zalicza się tu opcje związane z elementami bezpieczeństwa obsługiwanymi przez kontroler robota;
- wizja (ang. *Vision*) – obejmuje funkcje umożliwiające obsługę zintegrowanych systemów wizyjnych;
- sterowanie serwowmotorem (ang. *Servo Motor Control*) – dotyczy funkcjonalności związanej ze sterowaniem zintegrowanych z kontrolerem serwonapędów;
- procesy typu Multimove (ang. *MutiMove process*) – obejmuje opcje związane z tworzeniem aplikacji wieloprotocowych;
- aplikacje Arc (ang. *Arc Application*) – dotyczy funkcji wspierających procesy spawania ciągłego;
- aplikacja zgrzewania punktowego (ang. *Application Spot Welding*) – opcje procesów zgrzewania punktowego;
- aplikacja dozowania (ang. *Application Dispense*) – zalicza się tu opcje dotyczące procesów dozowania;
- aplikacja Force Control (ang. *Application Force Control*) – obejmuje funkcje procesów z kontrolą sił wywieranych na manipulator lub narzędzie;

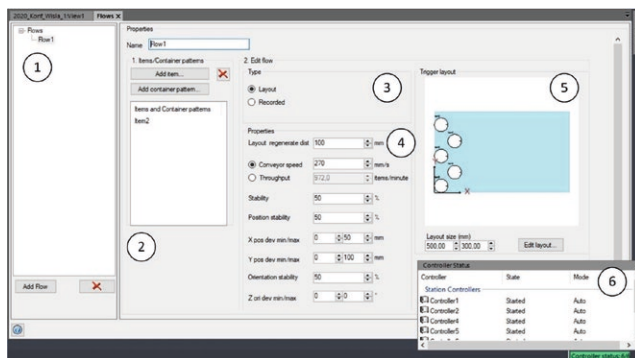
- menadżer produkcji (ang. *Application Production Manager*) – dotyczy opcji wspierających operatora (zwłaszcza w przypadku wykorzystania robota na stanowisku półautomatycznym);
- okno produkcji (ang. *Application Production Screen*) – funkcjonalność umożliwiająca wsparcie operatora w obsłudze okien produkcji.

W przypadku korzystania z kopii bezpieczeństwa rzeczywistego robota przygotowana stacja będzie wyposażona w wirtualne kontrolery i będzie cyfrowym bliźniakiem rzeczywistego stanowiska zrobotyzowanego. Według producentów robotów zastosowanie tej technologii pozwala na odwzorowanie w 99% rzeczywistych czasów cykli pracy uzyskanych na rzeczywistym urządzeniu. Dzięki temu możliwe jest testowanie, analizowanie i optymalizowanie wydajności zaproponowanej stacji w trybie off-line, bez użycia rzeczywistego stanowiska. Utworzenie wirtualnej stacji pozwala zarówno na obniżenie kosztów tworzenia oprogramowania i czasu wdrożenia zaproponowanego rozwiązania, jak i zmniejszenie kosztów całego przedsięwzięcia z uwagi na możliwość podejmowania szczegółowych decyzji o inwestycji jeszcze przed rozpoczęciem prac wdrożeniowych. W omawianym przykładzie osiągnięcie założonej wydajności procesu wymagało ustawienia prędkości robota na 10 m/s i jego przyspieszeń na 150 m/s².

Parametry dystrybucji i przepływu produktów i kontenerów

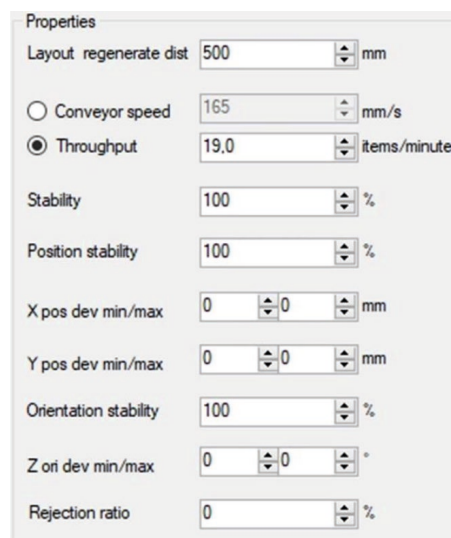
Na podstawie rzeczywistych warunków przepływu produktów i kontenerów (np. na transporterach) określone są parametry symulacji komputerowych. Niestety nie jest możliwe odzwierciedlenie rzeczywistości w 100%, choć środowiska programistyczne udostępniają narzędzia, które potrafią w sposób pseudolosowy symulować warunki rzeczywiste. W pakiecie PickingPower Pac środowiska RobotStudio służy do tego funkcja Flow (rys. 38). Umożliwia ona określenie sposobu generowania produktów i kontenerów w określonych na transporterach punktach [121, 122]. Przy czym istnieje możliwość skorzystania z jednego z dwóch trybów przepływu.

- Układ – w przepływie w trybie układu użytkownik definiuje układ rozłożenia produktów/kontenerów. Układ ten jest okresowo generowany w zdefiniowanym punkcie i może mieć pewną losową zmienność związaną z położeniem produktów i transporterów oraz ich dostępnością. Definiowany układ może obejmować różnego typu produkty i/lub wzory kontenerów.
- Zarejestrowany – w tym trybie wykorzystuje się zarejestrowany zapis z czujnika uzyskany podczas pracy systemu PickMaster na rzeczywistym stanowisku produkcyjnym. Po zapisaniu przepływu produktów i kontenerów na rzeczywistym stanowisku można go wyeksportować z systemu w postaci pliku XML. Taki zapis zawiera informacje o wszystkich wykrytych produktach i kontenerach w określonym przedziale czasu. Po zaimportowaniu pliku do PickingPower Pac wykryte elementy są mapowane do skonfigurowanych wzorców produktów i kontenerów.



↑ Rys. 38. Okno przepływu produktów i kontenerów w RobotStudio: 1 – okno drzewa zdefiniowanych przepływów, 2 – okno produktów i kontenerów wybranych do definiowania przepływu, 3 – okno wyboru typu przepływu (układ/zarejestrowany), 4 – okno definiowania własności przepływu, 5 – widok zdefiniowanego układu przepływu, 6 – okno statusu kontrolerów

→ Rys. 39. Okno własności przepływu produktów lub kontenerów



Na rysunku 39 przedstawiono okno własności przepływu produktów lub kontenerów, a w tabeli 3 – opis poszczególnych ustawianych parametrów.

Parametry transporterów

W przedstawionym w książce przykładzie przyjęto następujące parametry transporterów:

- przyspieszenie – 0,5 m/s².
- hamowanie – 1 m/s².
- prędkość – zmieniana podczas realizacji poszczególnych testów.

Własności stref pracy na transporterach (WA)

Strefy robocze, do których produkt powinien być dystrybuowany w procesie pick and place, definiuje się, ustawiając jeden z algorytmów dystrybucji: Work Area, Bypass, Load Balance (LB) lub Adaptive Task Control (ATC). W kolejnych punktach przedstawiono wyniki uzyskane podczas pracy obu algorytmów dystrybucji.

↓ **Tabela 3.** Opis parametrów w oknie własności przepływu produktów lub kontenerów

Parametr	Opis
Layout regeneration dist	odległość pomiędzy generowanymi produktami lub grupami produktów
Conveyor speed	prędkość transportera [mm/s]
Throughput	wymagana liczba produktów na minutę
Stability	prawdopodobieństwo generowania produktów
Position stability	prawdopodobieństwo generowania produktów w zdefiniowanej pozycji
X pos dev min/max Y pos dev min/max	definicje minimum i maksimum odchylenia od zdefiniowanej pozycji
Orientation stability	prawdopodobieństwo generowania produktów w zdefiniowanej orientacji
Z on dev min/max	definicja minimum i maksimum odchylenia od zdefiniowanej orientacji
Refection ratio	definicja prawdopodobieństwa, że generowany produkt został odrzucony przez kamerę

Własności zarządców przepływu

Aby prawidłowo ustawić zarządcę przepływu, należy określić odległość wyzwalania czujnika i odległość filtra pozycji [121–123]. Pierwszy parametr odpowiada za odległość pomiędzy kolejnymi wyzwoleniami kamery. Jeśli wartość parametru jest za duża, to niektóre elementy mogą nie zostać wykryte. Filtr pozycji opisuje odległość między dwoma wykrytymi obiektami. Jeśli odległość ta jest za mała, niektóre obiekty mogą być traktowane jako jeden. W zaprezentowanych symulacjach odległość wyzwalania czujnika została ustawiona na 150 mm, a filtr pozycji czujnika na 0 mm (rys. 40 i 41). Te wartości pozwoliły na osiągnięcie wymaganej (założonej) wydajności.

Obszary pracy przenośników podzielono na dwie grupy (rys. 37): grupa WA 1–6 odpowiada za pobieranie produktów z przenośnika Cnv1, a grupa WA 7–12 – za umieszczanie produktów w kontenerach na przenośniku Cnv2.

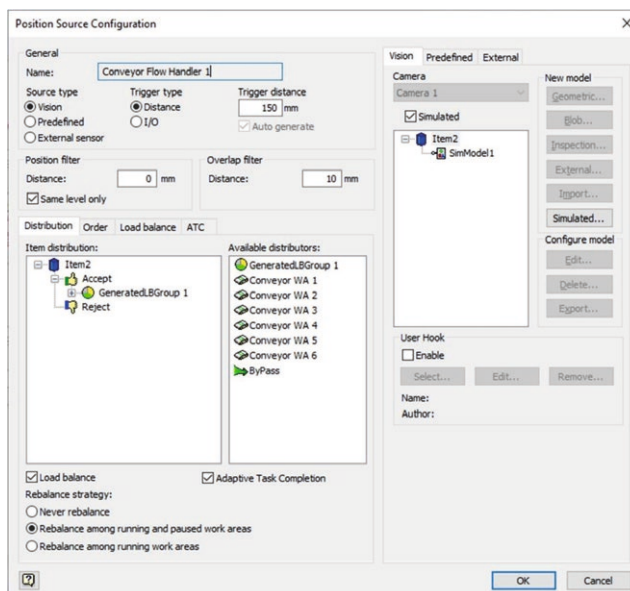
Parametry ustawione dla grupy WA 1–6 (rys. 42) przedstawiono w tabeli 4, a parametry dla grupy WA 7–12 (rys. 42) – w tabeli 5.

↓ **Tabela 4.** Parametry dla grupy WA 1–6

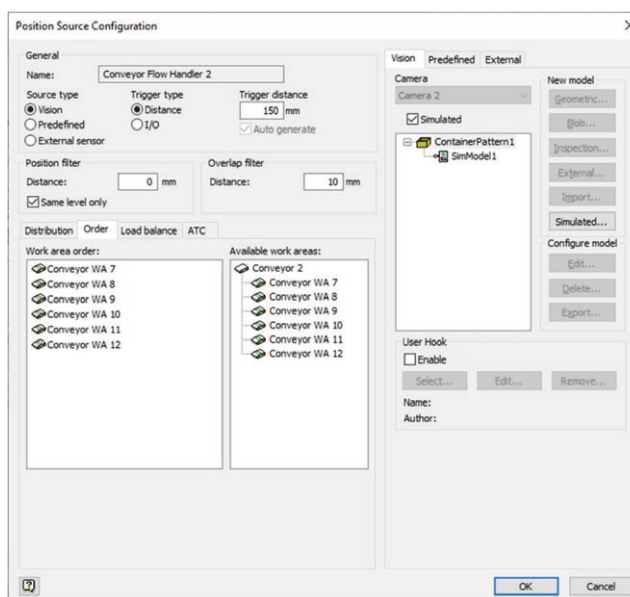
Parametr	Objaśnienie	Wartość
Pick elevation	pionowa odległość, z której robot rozpoczyna proces zbliżania do punktu uchwycenia	30 mm
Pick time	czas synchronizacji ruchu robota z ruchem transportera wejściowego	0,035 s
Vacuum activation	czas uruchomienia ssania przed osiągnięciem punktu chwytania	-0,025 s
Enter	granica, od której robot rozpoczyna pobierania produktów	-250 mm
Exit	granica, od której robot przestaje śledzić produkty	100 mm

↓ **Tabela 5.** Parametry dla grupy WA 7–12

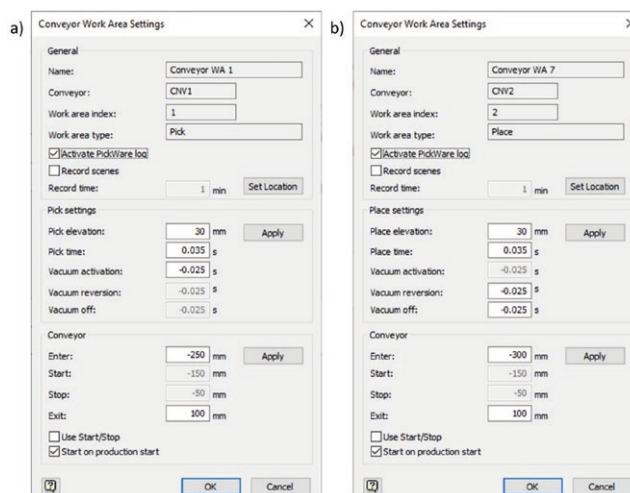
Parametr	Objaśnienie	Wartość
Place elevation	pionowa odległość, z której robot rozpoczyna proces zbliżania do punktu odłożenia	30 mm
Place time	czas synchronizacji ruchu robota z ruchem transportera wyjściowego	0,035 s
Vacuum reversion	czas uruchomienia przedmuchu przed osiągnięciem punktu odkładania	-0,025 s
Vacuum off	czas wyłączenia ssania przed osiągnięciem punktu odkładania	-0,025 s
Enter	granica, od której robot rozpoczyna pobierania produktów	-300 mm
Exit	granica, od której robot przestaje śledzić produkty	100 mm



↑ **Rys. 40.** Okno konfiguracji produktów – program PickMaster



↑ **Rys. 41.** Okno konfiguracji kontenerów – program PickMaster



↑ **Rys. 42.** Parametry obszarów pracy: a) dla grupy WA 1–6 (na rysunku WA1), a) dla grupy WA 7–12 (na rysunku WA7) – PickMaster

Programy sterujące robotów zostały przygotowane w języku RAPID. Mają one budowę modułową i zostały podzielone na rutyny (np. sekwencja pobierania, odkładania, serwisowa). Programy są elastyczne i mogą być łatwo dostosowane do nowych warunków procesowych. Opracowana aplikacja *pick and place* składa się z dwóch części:

- Line (rys. 36) – linia zawiera fizyczne obiekty – dwie kamery, dwa transportery oraz sześć robotów z kontrolerami IRC5;
- Project (rys. 37) – projekt zawiera definicję produktów, kontenerów, strefy pobierania i odkładania produktów, zarządców przepływów (produktów i kontenerów) oraz wzorce odkładania produktów w kontenerach.

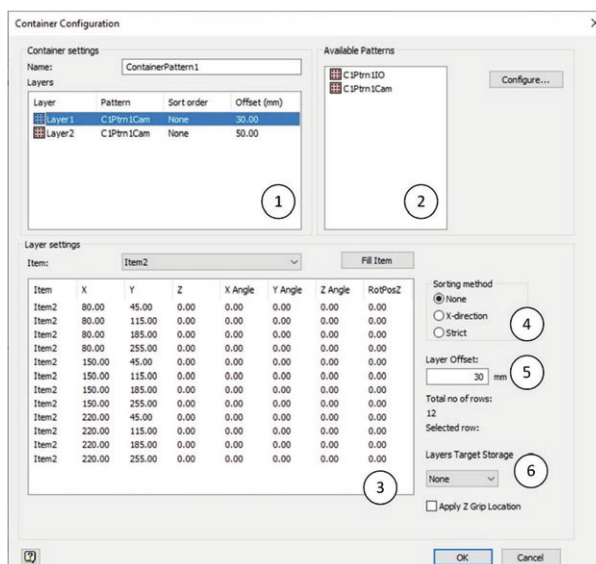
Przyjęto, że każdy kontener (rys. 43) jest wypełniany dwoma warstwami produktów, przy czym na każdej warstwie jest układanych 12 produktów zgodnie z przyjętym algorytmem pracy.

1.3.4. Badania algorytmów zrobotyzowanego pakowania produktów i interpretacja uzyskanych wyników

Bardzo ważnym elementem projektowania zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych jest poddanie ich testom funkcjonalnym i sprawdzenie parametrów stanowisk ważnych z punktu widzenia produkcji. W zależności od typu stanowiska (do spawania, zgrzewania, pakowania czy paletyzacji) wyselekcjonowane, kluczowe parametry mogą się nieco różnić. Jednak patrząc z punktu widzenia odbiorcy stacji, należy zawsze wziąć pod uwagę:

- wydajność stanowiska (najczęściej jako liczba wykonanych produktów na godzinę, zmianę, dobę);
- poziom automatyzacji (jak często konieczna jest ingerencja personelu, czy stanowisko jest w pełni zautomatyzowane);
- liczba ewentualnych odrzutów lub nieobsłużonych elementów oraz sposób ich odbioru ze stanowiska;
- możliwość pracy stanowiska w przypadku awarii lub wyłączenia z eksploatacji wybranych maszyn/maszyn.

Dla stacji pakujących przyjmuje się za podstawę wymaganą wydajność zrobotyzowanej linii produkcyjnej, ponieważ to ten parametr wpływa najbardziej na konfigurację stanowiska. Potwierdzenie uzyskanych w symulacjach założonych wyników jest możliwe po opracowaniu metodyk walidacji przyjętych założeń na podstawie obszernych danych wejściowych i po dokładnym odzwierciedleniu obowiązujących uwarunkowań w procesie pakowania. Metodyki powinny obejmować scenariusze testowe powtórzone wielokrotnie w celu uzyskania danych wynikowych o pożądanej wiarygodności i powtarzalności. W przedstawionym przykładzie przyjęto, iż produkty na linii są generowane pseudolosowo, odwzorowując tym samym rzeczywiste warunki pracy. Efektem przeprowadzonych badań powinien być zrównoważony dobór prędkości pracy robotów przemysłowych i transporterów (należy obsłużyć maksymalną liczbę produktów przy minimalnej liczbie produktów nieobsłużonych – niezapakowanych do kontenerów). W przedstawionym przykładzie (z uwagi na elastyczność rozwiązania) istnieje możliwość



↑ **Rys. 43.** Widok okna konfiguracji kontenera; 1 – okno warstw, 2 – okno dostępnych wzorców, 3 – okno szczegółów warstwy, 4 – okno metody sortowania, 5 – pole ustawiania wysokości warstwy, 6 – pole wyboru warstwy w magazynie

.....
 prowadzenia wieloaspektowych analiz kluczowych parametrów procesu przemysłowego. Przedstawione w książce stanowisko pozwala również na pojawienie się „anomalii”, tj. sytuacji awaryjnych w postaci „wstrzymania” pracy jednego z robotów, oraz ich wpływu na uzyskaną jakość procesu przemysłowego. Prowadzenie symulacji pozwala na uzyskanie liczbowych wartości informujących m.in. o liczbie obsłużonych i odrzuconych produktów i zapełnionych kontenerów, czasach cykli produkcyjnych robotów przemysłowych oraz całej stacji oraz jej wydajności.

Poniżej przedstawiono kilka wybranych badań. Symulacje dotyczą pracy linii do sortowania i pakowania produktów wyposażonej w sześć robotów przemysłowych typu delta i dwa transportery (wejściowy – Cnv1 i wyjściowy – Cnv2).

Badanie 1 – wpływ prędkości transporterów na liczbę skompletowanych kontenerów

W badaniu 1 sprawdzono wpływ prędkości transporterów Cnv1 i Cnv2 na liczbę skompletowanych kontenerów. Za cel przyjęto minimalizację liczby nieobsłużonych produktów, uruchamiając proces przy wykorzystaniu algorytmów LB i ATC. Zweryfikowano również liczbę cykli pracy poszczególnych robotów w czasie dla obu testowanych algorytmów. Wykonano 12 badań trwających po 400 s, w tym 100 s przyjęto jako czas rozruchu transportera (po rozruchu wszystkie roboty pracowały z pełnym obciążeniem). Badanie zostało przeprowadzone dla parametrów przedstawionych na rysunkach 42 i 43.

Dla zakładanej wydajności stacji prędkość transportera wyniosła Cnv2 = 130 mm/s. Algorytmy LB i ATC zostały przetestowane przy różnej prędkości transportera Cnv1. Wyniki uzyskane w czasie rozruchu (0–100 s) zostały odrzucone.

↓ **Tabela 6.** Pick Rate dla algorytmów LB i ATC – Cnv2 = 130 mm/s

Cnv1 [mm/s]	Cnv2 [mm/s]	Conveyor WA 1		Conveyor WA 2		Conveyor WA 3		Conveyor WA 4		Conveyor WA 5		Conveyor WA 6	
		LB	ATC	LB	ATC	LB	ATC	LB	ATC	LB	ATC	LB	ATC
210	130	62,4	78	62,4	78	62,4	108,8	62,4	92,2	62,4	16,8	62,4	0,2
215	130	62,4	78	62,4	78	61,6	108,4	62,4	93,2	62,4	16,4	62,4	0
220	130	62,4	78,6	62,4	78,8	62,4	109,2	62,4	94,2	62,4	17,2	62,4	0
225	130	62,4	78	62,4	78	62,4	106,6	62,4	89,4	62,4	22,4	62,4	0
230	130	61,8	78,8	61,8	78,8	61,8	107,8	61,8	86,6	61,6	26	62	0
240	130	62,8	78	62,8	78	63	106,8	63	89,6	63,2	22,2	63	0
250	130	63	78	63	78	63	106,6	63,2	86	63,2	26	62,8	0
260	130	63	78	63	78	63	107,2	63	88,2	63,2	22,6	62,8	0
270	130	62,8	78,8	63	78,8	63	107,6	62,4	88,6	63,2	24	62,8	0
280	130	62,4	78,6	62,4	78,6	62,4	107,6	62,4	83,4	62,4	29,4	62,4	0
290	130	63	78,8	62,8	78,8	63	106,4	63,6	83,4	62,8	30,8	63	0
300	130	62,4	78,8	62,4	79	62,4	106,6	62,4	81,8	62,4	32	62,4	0

↓ **Tabela 7.** Procent skompletowania kontenerów

Cnv1 [mm/s]	Cnv2 [mm/s]	LB [% skompletowania]	ATC [% skompletowania]
210	131	100,00	100,00
210	132	94,94	88,46
210	133	71,25	70,89
210	134	66,25	55,00
210	135	41,46	40,24
210	140	26,19	8,33

W przypadku algorytmu LB średnie tempo pobierania (ang. *pick rate*) dla 12 prób wyniosło 375,48 min⁻¹. Dla poszczególnych robotów odnotowano: R1 = 62,57 min⁻¹, R2 = 62,57 min⁻¹, R3 = 62,53 min⁻¹, R4 = 62,61 min⁻¹, R5 = 62,63 min⁻¹, R6 = 62,57 min⁻¹ (tab. 2.6).

Prędkość robotów w badaniu ustawiono na 10 000 mm/s. Przedstawione w tabeli 2.6 wyniki wskazują, że roboty nie pracowały z pełnym obciążeniem. Jest to szczególnie widoczne w badaniu algorytmu ATC (jednoczesna dystrybucja produktów do wszystkich robotów). Roboty R5 i R6 wykonują mniej cykli produkcyjnych. Jest to związane z faktem, że roboty R1–R4 miały czas na obsłużenie większości produktów (mała liczba nieobsłużonych produktów pozostała do obsłużenia przez roboty R5 i R6). W algorytmie LB produkty są dzielone między wszystkie roboty w takim samym stopniu (do każdego trafia taka sama liczba produktów), stąd roboty są obciążone w podobny sposób. Dla przedstawionej konfiguracji należałoby dobrać optymalną prędkość robotów, tak aby zrealizować zadanie z optymalnie obciążonymi robotami. Testy wykazały, że dla założonej wydajności stacji roboty pracowały z podobnym obciążeniem przy prędkości 3000 mm/s. Dla takiej prędkości proces pakowania przebiegał prawidłowo, tzn. wszystkie kontenery zostały wypełnione zgodnie z założonym algorytmem pracy i przyjętą wydajnością stacji. Z badania wynika, że algorytm ATC jest bardziej elastyczny, tzn. że podczas realizacji procesu operator może zmieniać prędkość poszczególnych robotów, obciążając lub odciążając wybrane jednostki mechaniczne (zachowując przy tym realizację produkcji zgodnie z przyjętymi założeniami).

Z drugiej strony równomierne obciążenie gwarantuje równomierne wykorzystanie jednostek mechanicznych, a tym samym równomiernie ich zużycie.

Przy założonej konfiguracji sprzętowej cyfrowy bliźniak pozwala również na dobór prędkości transportera wyjściowego Cnv2, wychodząc od wydajności maszyny dostarczającej produkty na transporter Cnv1. Badanie przeprowadzono dla założonej prędkości transportera Cnv1 = 210 mm/s (dostarczającego wszystkie wyprodukowane produkty do stref pakowania). Zmiana prędkości transportera Cnv2 umożliwiła wyznaczenie maksymalnej wydajności stanowiącej dla badanych algorytmów LB oraz ATC.

Uzyskane wyniki wskazują, że dla prędkości Cnv1 = 210 mm/s maksymalna prędkość, dla której wszystkie kontenery zostają wypełnione, wynosi 131 mm/s. Zgodnie z tabelą 7 nawet nieznaczny wzrost prędkości transportera Cnv2 sprawia, że duża liczba kontenerów nie jest w pełni załadowana zarówno w przypadku zastosowania algorytmu LB, jak i algorytmu ATC. Zmiana prędkości o 1 mm/s zmniejsza liczbę w pełni i ukompletowanych kontenerów o kilka procent, co może generować duże straty dla producenta.

Wyznaczenie maksymalnej wydajności stacji dla algorytmów LB i ATC przy założeniu maksymalnej liczby wypełnionych kontenerów i zminimalizowaniu liczby nieobsłużonych produktów było możliwe po przeprowadzaniu badania, gdzie obie prędkości transporterów Cnv1 i Cnv2 będą stosownie dobrane. W tabelach 8 i 9 przedstawiono statystyki związane z pobieraniem i odkładaniem produktów (przy zmianie prędkości Cnv1 i Cnv2).

Zgodnie z wynikami przedstawionymi w tabelach 8 i 9 można stwierdzić (dla stacji w założonej konfiguracji), że:

- w przypadku algorytmu LB (tab. 10) stacja osiągnęła maksimum wydajności na poziomie 1188 skompletowanych kontenerów na godzinę (brak nieskompletowanych kontenerów). Taka wartość została osiągnięta dla prędkości Cnv1 = 270 mm/s, Cnv2 = 165 mm/s. Ponadto wynik uzyskano dla założonej, wymaganej liczby nieobsłużonych produktów mniejszej niż 5% (procent nieobsłużonych produktów wyniósł 2,22%).
- w przypadku algorytmu ATC (tab. 2.11) stacja uzyskała maksymalną wydajność 1380 skompletowanych kontenerów na godzinę (brak kontenerów nieskompletowanych). Wartość tę osiągnięto dla prędkości Cnv1 = 330 mm/s, Cnv2 = 195 mm/s. Jednakże wynik uzyskano przy przekroczeniu wymaganej liczby nieobsłużonych produktów mniejszej niż 5% (procent nieobsłużonych produktów wyniósł 5,43%).
- po zmniejszeniu prędkości transporterów (Cnv1 = 310 mm/s, Cnv2 = 185 mm/s) uzyskano wydajność stacji na poziomie 1332 skompletowanych kontenerów na godzinę (brak kontenerów nieskompletowanych). W tym przypadku osiągnięto liczbę nieobsłużonych produktów równą 4,55%.

Dla algorytmu LB (rys. 44) maksymalne prędkości poszczególnych robotów wynosiły: R1 = 6450 mm/s, R2 = 7500 mm/s, R3 = 6500 mm/s, R4 = 6375 mm/s, R5 = 5500 mm/s,

Tabela 8. Statyki obsługi produktów – algorytm LB

Cnv1 [mm/s]	Cnv2 [mm/s]	Pick rate						% skompletowania
		Conveyor WA 1	Conveyor WA 2	Conveyor WA 3	Conveyor WA 4	Conveyor WA 5	Conveyor WA 6	
220	135	64,8	64,8	64,6	65,4	64,8	64,8	98,13
230	140	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	93,33
240	145	69,6	69,6	69,6	69,6	69,6	69,6	96,67
250	150	72,0	71,8	72,0	72,0	72,0	72,0	96,00
260	155	74,4	74,4	74,6	74,4	74,4	74,4	95,39
270	160	79,2	79,2	79,2	79,2	79,2	79,2	97,78
280	165	80,8	80,8	79,2	80,6	80,8	80,8	96,95
290	170	84,8	84,8	82,6	85,0	84,8	84,8	96,09
300	175	86,4	86,4	70,2	86,4	86,4	86,4	93,00

Tabela 9. Statyki obsługi produktów – algorytm ATC

Cnv1 [mm/s]	Cnv2 [mm/s]	Pick rate						% skompletowania
		Conveyor WA 1	Conveyor WA 2	Conveyor WA 3	Conveyor WA 4	Conveyor WA 5	Conveyor WA 6	
220	135	80,2	80,2	107	87,2	30	0,2	98,16
230	140	84,8	85,0	111,2	85,8	42,6	0	97,43
240	145	87,8	87,8	109,0	88,0	48,0	0	96,69
270	165	79,2	79,2	105,0	96,8	95,6	19,2	97,74
280	170	81,6	81,6	102,2	93,4	89,4	41,0	97,10
290	175	84,8	84,8	106,2	91,2	87,6	54,8	96,55
300	180	86,4	86,4	108,0	87,2	86,4	64,0	96,00
310	185	88,8	88,8	102,8	97,0	88,8	66,6	95,45
320	190	91,2	91,2	102,2	102,0	91,2	68,8	94,93
330	195	92,8	92,6	103,4	104,6	92,6	71,4	94,57
340	200	96,0	96,0	102,2	105,2	96,0	79,8	93,96
350	205	97,4	97,4	102,8	104,0	97,4	83,2	93,30
360	210	100,8	100,8	102,6	103,4	96,4	92,6	92,10
370	215	97,8	97,8	101,0	103,8	94,0	102,2	89,42

R6 = 7200 mm/s. Zgodnie ze zrównoważonym algorytmem dystrybucji produktów do poszczególnych stref roboczych każdy robot wykonywał taką samą liczbę operacji.

Dla algorytmu ATC (rys. 44) maksymalne prędkości poszczególnych robotów wynosiły: R1 = 7500 mm/s, R2 = 7500 mm/s, R3 = 7200 mm/s, R4 = 7000 mm/s, R5 = 6450 mm/s i R6 = 6300 mm/s. Zgodnie z dystrybucją produktów do wszystkich stref roboczych jednocześnie roboty wykonywały różną liczbę operacji. Każdy robot miał obsłużyć jak największą liczbę produktów.

Badanie 2 – wpływ losowych pozycji i orientacji produktów na wydajność algorytmów LB i ATC

W badaniu 2 sprawdzono wpływ losowego ułożeniu produktów oraz losowej orientacji produktów (rys. 45) na wydajność algorytmów LB i ATC. Badanie przeprowadzono dla prędkości transporterów równych: Cnv1 = 270 mm/s i Cnv2 = 165 mm/s. Dla tych prędkości osiągnięto 100% skompletowania kontenerów dla obu algorytmów (LB i ATC).

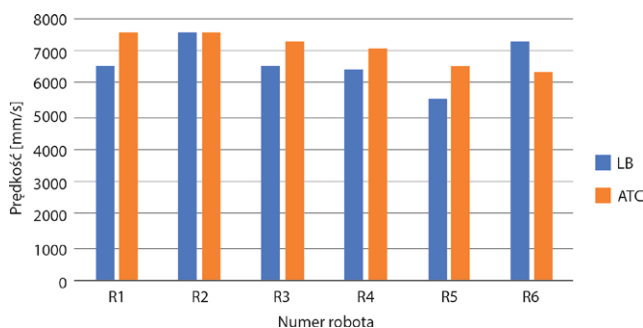
Badanie wpływu losowej pozycji produktów dla algorytmów LB i ATC zostało przeprowadzone dla wybranych

Tabela 10. Statystyki zapelnienia kontenerów – algorytm LB

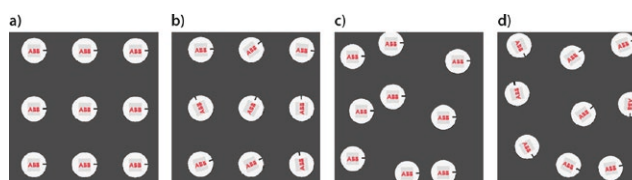
Cnv1 [mm/s]	Cnv2 [mm/s]	% skompletowania	Wydajność [h ⁻¹]
220	135	100	972
230	140	100	1008
240	145	100	1044
250	150	100	1080
260	155	100	1116
270	160	100	1188
280	165	96	1152
290	170	89	1128
300	175	23	300

Tabela 11. Statystyki zapelnienia kontenerów – algorytm ATC

Cnv1 [mm/s]	Cnv2 [mm/s]	% skompletowania	Wydajność [h ⁻¹]
220	135	100	960
230	140	100	1020
240	145	100	1056
270	165	99	1176
280	170	100	1224
290	175	100	1260
300	180	100	1296
310	185	100	1332
320	190	98	1344
330	195	100	1380
340	200	96	1380
350	205	89	1308
360	210	71	1068
370	215	49	756



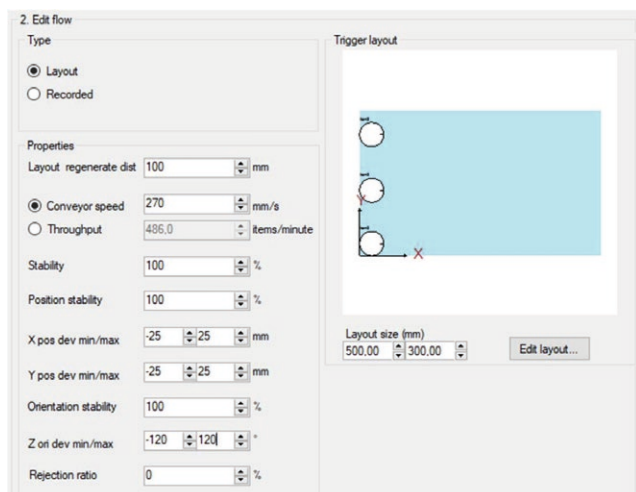
Rys. 44. Zestawienie prędkości robotów dla algorytmów sortowania LB i ATC



Rys. 45. Wzorce produktów poddane badaniom: a) stabilne pozycja i orientacja, b) stabilna pozycja i losowa orientacja, c) losowa pozycja i stabilna orientacja, d) losowe orientacja i pozycja

wartości parametru stabilizacji pozycji: 0%, 25%, 50%, 75% i 100% (rys. 46).

Badania wykazały, że algorytm ATC, dla którego osiągnięto wyższą wydajność w porównaniu do algorytmu LB



↑ Rys. 46. Okno własności przepływu produktów w RobotStudio

dla przypadku uporządkowanego generowania produktów, jest bardziej czuły/podatny na pracę w przypadku ingerencji w stabilność pozycji (tab. 12). Algorytm LB jest stabilniejszy.

Badanie wpływu losowej orientacji produktów dla algorytmów LB i ATC przeprowadzono dla wybranych wartości parametru stabilizacji orientacji (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). Wykazano, że zmiana orientacji produktów nie wpływa znacząco na wydajność stacji dla obu algorytmów sortujących (tab. 13 i 14).

Badanie wpływu losowej pozycji i orientacji produktów dla algorytmów LB i ATC wykonano dla wybranych wartości parametrów stabilizacji pozycji (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) i stabilizacji orientacji (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). Stwierdzono, że jednoczesna zmiana pozycji i orientacji produktów ma taki sam wpływ na ukompletowanie i wydajność jak w badaniu, w którym testowano wpływ losowej zmiany pozycji. Potwierdza to, że wpływ orientacji jest znikomy.

Badanie 3 – wpływ wyłączenia robotów na wydajność algorytmów LB i ATC

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że optymalna prędkość dla rozważanego procesu wynosi $Cnv1 = 270$ mm/s, $Cnv2 = 165$ mm/s. W ramach badania 3 sprawdzono zachowanie linii do sortowania i pakowania w sytuacji wyjątkowej (awaryjnej) dla przypadku losowego (losowa zmiana pozycji i orientacji) generowania produktów.

Sytuacje awaryjne (wyłączenie co najmniej jednego robota) dla stacji działającej z wykorzystaniem algorytmu LB wykazały, że żaden z kontenerów nie został zapełniony całkowicie. Można powiedzieć, że algorytm LB nie pozwolił na automatyczną kontynuację produkcji bez interwencji w program robota (konieczne było zatrzymanie i przeprogramowanie stanowiska oraz ponowne jego uruchomienie w nowej konfiguracji). Oznacza to, że przy stosowaniu algorytmu LB w sytuacjach awaryjnych zawsze konieczna będzie ingerencja wykwalifikowanej obsługi. W przypadku aplikacji pakujących wykorzystujących program PickMaster konieczne jest

↓ Tabela 12. Wydajność algorytmów LB i ATC dla losowej pozycji produktów

Cnv1	Cnv2	Pos	Orient	LB		ATC	
				% skompletowania	wydajność [h ⁻¹]	% skompletowania	wydajność [h ⁻¹]
270	165	0	100	100	1188	92,93	1104
270	165	25	100	100	1200	95,96	1140
270	165	50	100	100	1188	97,98	1164
270	165	75	100	97,98	1164	92,93	1104
270	165	100	100	100	1188	100	1188

↓ Tabela 13. Wydajność algorytmów LB i ATC dla losowej orientacji produktów

Cnv1	Cnv2	Pos	Orient	LB		ATC	
				% skompletowania	wydajność [h ⁻¹]	% skompletowania	wydajność [h ⁻¹]
270	165	100	0	100	1188	100	1188
270	165	100	25	100	1200	100	1188
270	165	100	50	100	1188	98,99	1176
270	165	100	75	100	1188	96,97	1152
270	165	100	100	100	1188	100	1188

↓ Tabela 14. Wydajność algorytmów LB i ATC dla losowej pozycji i orientacji produktów

Cnv1	Cnv2	Pos	Orient	LB		ATC	
				% skompletowania	wydajność [h ⁻¹]	% skompletowania	wydajność [h ⁻¹]
270	165	0	0	100	1188	89,90	1068
270	165	25	25	100	1200	95,96	1140
270	165	50	50	100	1188	95,96	1140
270	165	75	75	98,99	1176	96,97	1152
270	165	100	100	100	1188	100	1188

przeprojektowanie linii (zmiana konfiguracji sprzętowej) oraz zmiana ustawień w projekcie (zmiana logiki działania programów). Konieczne jest więc zatrzymanie produkcji do czasu, kiedy awaria zostanie w pełni usunięta.

Zgodnie z charakterystyką algorytmu ATC, gdzie wszystkie produkty są jednocześnie dystrybuowane do wszystkich stref roboczych, możliwe jest zaadaptowanie się stacji do zmieniających się warunków produkcji, tak aby zapewnić jak największą wydajność (nie zawsze w 100%) w przypadku wystąpienia stanów awaryjnych (wyłączenie co najmniej jednego robota).

W tabeli 12 przedstawiono wyniki symulacji komputerowych dla następujących założeń:

- stabilność pozycji 0% i stabilność orientacji 0%;
- liczba pracujących robotów od 4 do 6;
- zmiana prędkości transporterów $Cnv1 = 265$ – 260 mm/s i $Cnv2 = 160$ – 155 mm/s.

Jak widać w tabeli 15, uzyskanie założonej wydajności osiągnięto dla algorytmu ATC przy prędkościach $Cnv1 = 270$ mm/s, $Cnv2 = 165$ mm/s. Jednakże w przypadku stanów awaryjnych procent skompletowanych kontenerów (stabilność pozycji 0% i stabilność orientacji 0%) był równy 89,80%.

Oznacza to, że główne założenie skompletowania na poziomie 5% nie zostało spełnione. Stąd konieczne było zmniejszenie prędkości transporterów.

Przy założonej prędkości uzyskano wydajność stacji na poziomie 1140 skompletowanych kontenerów na godzinę, czyli uzyskano 99% kontenerów w pełni skompletowanych. W przypadku sytuacji awaryjnych (zatrzymania jednego robota) wydajność stanowiska spadła do 1068 skompletowanych kontenerów na godzinę, co daje 94% pełnego skompletowania. Uzyskana wydajność w sytuacjach awaryjnych wynosi 93% w stosunku do pracy sześciu robotów. W przypadku zatrzymania kolejnego robota (praca czterech robotów) wydajność spadła do zera (w każdym kontenerze brakowało od 1 do 6 produktów).

Zaprezentowane rozwiązanie pozwala na utrzymanie produkcji na poziomie 93% założonej wydajności stacji w przypadku przerwania pracy przez jeden robot. Ponieważ 94% skompletowania zostało osiągnięte w sytuacjach awaryjnych, przeprowadzono dodatkowe testy w celu określenia optymalnej prędkości transporterów dla przypadku, kiedy wszystkie kontenery zostałyby wypełnione w pełni zgodnie z założeniami. Efekt taki uzyskano dla prędkości transporterów: Cnv1 = 260 mm/s i Cnv2 = 155 mm/s (tab. 2.12). Dla takich prędkości uzyskano 1116 kontenerów na godzinę (dla sześciu i pięciu pracujących robotów). Pomimo zmniejszenia prędkości transporterów uzyskana efektywność dla stanów awaryjnych (jeden robot nie pracuje) zwiększyła się z początkowej wydajności 1068 kontenerów na godzinę do 1116 kontenerów na godzinę. Jest to związane z większym stopniem/procentem wszystkich skompletowanych kontenerów (100 do 94%). Próba zatrzymania dwóch robotów (cztery roboty pracują) dała w rezultacie zero skompletowanych kontenerów.

1.3.5. Wnioski – badanie algorytmów LB i ATC zrobotyzowanego pakowania produktów

Przedstawiony przykład potwierdza, że dzięki technologii wirtualnych bliźniaków możliwe jest opracowanie wirtualnego stanowiska produkcyjnego odzwierciedlającego zasadę pracy stanowiska rzeczywistego. Wirtualny bliźniak odwzorowuje fizyczną konfigurację stanowiska rzeczywistego oraz jego konfigurację programową, udostępniając inżynierowi określony system operacyjny wyposażony w konkretne opcje programowe. Dostępne technologie (w tym wirtualnego kontrolera) pozwalają na prowadzenie badań funkcjonalnych i wydajnościowych, wliczając w to m.in. analizę prędkości robotów, ich przyspieszenia, cykle pracy, prędkości transporterów i ogólnie ujmując, wydajność całej stacji produkcyjnej.

Uzyskane podczas badań wyniki wykazały, że dla przedstawionego przykładu możliwości robotów przemysłowych nie zostały w pełni wykorzystane. Szczególnie jest to widoczne dla algorytmu ATC, kiedy roboty R5 i R6 wykonywały mniej cykli produkcyjnych niż pozostałe. Przygotowana i przebadana stacja umożliwiła określenie maksimum wydajności przy założonych warunkach wejściowych. W omówionym przypadku prędkość transportera wejściowego Cnv1 (korespondująca z liczbą dystrybuowanych produktów) została

↓ **Tabela 15.** Wydajność algorytmu ATC w sytuacjach awaryjnych

Cnv1	Cnv2	Numer robota	Produkty		% skompletowania	Wydajność [h ⁻¹]
			pobrane	pominięte		
265	160	6	2303	83	98,96	1140
265	160	5	2304	85	93,68	1068
265	160	4	1674	737	0	0
260	155	6	2232	107	100	1116
260	155	5	2230	109	100	1116
260	155	4	1625	715	0	0

ustawiona na 210 mm/s. W tabeli 2.3 przedstawiono wyniki testów przy zwiększaniu prędkości Cnv2 (131–140 mm/s). Oba algorytmy zapewniły 100% wypełnienia kontenerów dla Cnv1 = 210 mm/s i Cnv2 = 131 mm/s. Wraz ze wzrostem prędkości Cnv2 znacznie spadł odsetek w pełni wypełnionych kontenerów.

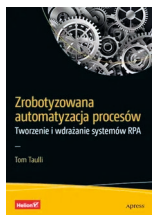
Tabele 2.3–2.6 prezentują wyniki eksperymentu, w którym uzyskano maksymalną wydajność stanowiska. Wynik dla algorytmu LB to 1188 wypełnionych kontenerów na godzinę; osiągnięto to dla Cnv1 = 270 mm/s i Cnv2 = 165 mm/s. Dla tych prędkości odsetek pominiętych produktów wynosił 2,22%, czyli mniej niż 5%, jak założono w wymaganiach projektu.

Wynik dla algorytmu ATC to 1332 wypełnione kontenery na godzinę; osiągnięto to dla Cnv1 = 310 mm/s oraz Cnv2 = 185 mm/s. Dla tych prędkości odsetek pominiętych produktów wynosił 4,55%, czyli mniej niż 5% zgodnie z wymaganiami projektu. To oznacza, że przy zastosowaniu algorytmu ATC można obsłużyć więcej kontenerów (przy większej prędkości przenośników) w tym samym czasie, jednak liczba pominiętych produktów wzrosła.

Badania sytuacji awaryjnych wykazały, że dla algorytmu LB wszystkie przeprowadzone testy, niezależnie od parametrów wejściowych procesu, były nieudane. Żaden kontener nie był całkowicie wypełniony (w każdym pojemniku brakowało od 1 do 6 sztuk), dlatego należy je traktować jako odpady. Zastosowanie algorytmu ATC pozwoliło na kontynuowanie produkcji w sytuacji awaryjnej. W zależności od prędkości podajnika (tab. 12) uzyskano wydajność produkcji od 94% do 98% maksymalnej wydajności stacji. Algorytm ATC umożliwia zatem automatyczne dostosowanie strategii sterowania – przez zmianę zasad dostarczania produktów, tak aby przepływ elementów na stacji pozostawał na tym samym poziomie nawet w sytuacji awaryjnej.

Opracowane stanowisko umożliwia prowadzenie powtarzalnych symulacji oraz daje możliwość wprowadzania zmian w parametrach wejściowych procesu produkcyjnego. Przygotowane programy robotów można łatwo modyfikować i dostosowywać do potrzeb użytkownika. Pozwala to na badanie wpływu poszczególnych parametrów procesu na funkcjonowanie stacji i jej wydajność, czasy cykli robota, liczbę obsługiwanych i odrzucanych produktów. □

Fragment pochodzi z książki: *Robotyzacja i automatyzacja*
dr inż. Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk
Wydawnictwo Naukowe PWN SA



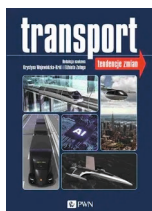
Zrobotyzowana automatyzacja procesów. Tworzenie i wdrażanie systemów RPA

Autor: Tom Taulii

Wydawnictwo: Helion

Rok wydania: 2024

Książka „Zrobotyzowana automatyzacja procesów. Tworzenie i wdrażanie systemów RPA” autorstwa Toma Taulii (wydana przez Wydawnictwo Helion w 2024 roku) to praktyczny przewodnik po tematyce Robotic Process Automation (RPA). Autor szczegółowo omawia, jak projektować, tworzyć i wdrażać systemy automatyzacji procesów z wykorzystaniem technologii RPA. Książka jest skierowana do profesjonalistów zajmujących się automatyzacją, menedżerów projektów oraz osób odpowiedzialnych za digitalizację i optymalizację procesów biznesowych. Taulii przedstawia najlepsze praktyki, wyzwania oraz konkretne narzędzia, które pomagają w efektywnym wdrażaniu rozwiązań RPA w różnych branżach, a także w integrowaniu tych technologii z istniejącymi systemami IT. To lektura, która umożliwia zdobycie wiedzy o najnowszych trendach w automatyzacji i pomaga w adaptacji RPA w firmach.



Transport

Autor: Krystyna Wojewódzka-Król,

Elżbieta Załoga

Wydawnictwo Naukowe PWN

Rok wydania: 2022

Książka „Transport” wydana przez Wydawnictwo Naukowe PWN w 2022 roku, pod redakcją naukową Krystyny Wojewódzkiej-Król i Elżbiety Załogi, stanowi kompleksowe opracowanie dotyczące szeroko rozumianego transportu. Publikacja ta jest skierowana do osób zajmujących się tematyką transportu w kontekście naukowym i praktycznym. Porusza zagadnienia związane z organizacją, zarządzaniem i rozwojem systemów transportowych, a także omawia nowoczesne technologie i wyzwania stojące przed branżą transportową, takie jak zrównoważony rozwój, automatyzacja i integracja różnych środków transportu. Książka jest cenna zarówno dla studentów, jak i praktyków zajmujących się logistyką, transportem i infrastrukturą transportową.

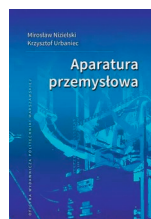


Robotyzacja i automatyzacja. Przemysł 4.0 (Wyd. I, 2022)

Redakcja naukowa: dr inż. Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk

Wydawnictwo Naukowe PWN

Książka stanowi kompleksowy przewodnik po zagadnieniach związanych z robotyzacją i automatyzacją w kontekście Przemysłu 4.0. Autorzy, eksperci w dziedzinie automatyki i robotyki, szczegółowo omawiają nowoczesne technologie, takie jak systemy automatycznego sterowania, Internet Rzeczy (IoT), sztuczną inteligencję oraz zaawansowane roboty przemysłowe, które kształtują przyszłość produkcji. Publikacja oferuje czytelnikom zarówno teoretyczne podstawy, jak i praktyczne zastosowania, a także analizuje wpływ Przemysłu 4.0 na poprawę efektywności i elastyczności procesów przemysłowych. Książka jest skierowana do studentów, inżynierów oraz specjalistów, którzy chcą zgłębić tajniki nowoczesnych technologii w przemyśle.



Aparatura przemysłowa

Autorzy: Krzysztof Urbaniec,

Mirosław Nizielski

Wydawca: Oficyna Wydawnicza

Politechniki Warszawskiej

Rok wydania: 2021

Książka „Aparatura przemysłowa” to kompleksowe wprowadzenie do zagadnień związanych z urządzeniami wykorzystywanymi w różnych gałęziach przemysłu. Autorzy szczegółowo omawiają konstrukcję, działanie oraz zastosowanie aparatury kontrolno-pomiarowej, która jest niezbędna do monitorowania, sterowania i optymalizacji procesów technologicznych. W publikacji uwzględniono zarówno klasyczne urządzenia, jak i nowoczesne rozwiązania stosowane w Przemysle 4.0, takie jak systemy automatycznego pomiaru, analizy danych oraz automatyzacji. Książka jest skierowana do studentów, inżynierów oraz specjalistów zajmujących się automatyką i techniką pomiarową, oferując solidną dawkę wiedzy teoretycznej oraz praktycznej.

Zestawienie firm

Aparatura kontrolno-pomiarowa; systemy sterowania i kontroli procesu		
AXIS Sp. z o.o. ul. Kartuska 375 B 80-125 Gdańsk	tel. 58 320 63 01 fax 58 320 63 00 e-mail: handel@axis.pl www.axis.pl	Oferujemy: • wagi • podzespoły do systemów ważących • siłomierze i mierniki momentu siły • podzespoły do pomiaru siły i wytrzymałości • statywy z programowanym przesuwem. Naszym produktom stawiane są najwyższe wymagania co do dokładności, niezawodności i odporności na czynniki środowiskowe.
Flowserve SIHI Poland Sp. z o.o. ul. Poleczki 23 02-822 Warszawa	tel. 22 335 24 80 Sales_PL@flowserve.com www.flowserve.com	Flowserve SIHI Poland (wcześniej Sterling Fluid Systems Polska) jest jednostką operacyjną Grupy Flowserve w Polsce. Oferujemy cały przekrój urządzeń techniki pompowej Grupy Flowserve, zapewniając klientom pełne wsparcie zarówno w obszarze doboru urządzeń, ich dostawy, jak i pełnej opieki posprzedażowej.
steute Polska ul. Skrzetuskiego 38 02-726 Warszawa	tel. 22 843 08 20 info@steute.pl www.steute.pl	Niemiecka firma steute Technologies dostarcza komponenty systemów automatyki i bezpieczeństwa: wyłączniki linkowe bezpieczeństwa (www.linkowe.pl) • wyłączniki nożne (www.nozne.pl) • wyłączniki krańcowe • kasety sterownicze • wyłączniki, czujniki i blokady bezpieczeństwa • kurtyny świetlne, listwy i maty bezpieczeństwa (www.grein.pl) • wykonania specjalne urządzeń: przeciwwybuchowe Ex (ATEX), bezprzewodowe, o stopniu ochrony do IP69K, odporne na korozję, do pracy w wysokiej/niskiej temperaturze.
PACKSOL Ryszard Warczyński ul. Odonica 2 62-200 Gniezno	tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 ryszard.warczyński@packsol.pl www.packsol.pl	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 PACK, MF, GAMPACK.
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	PRODUCENT MASZYN PAKUJĄCYCH POLPAK oferuje: poziome maszyny pakujące doypack-monofolie, pionowe maszyny pakujące, kompletne linie pakujące, case packery, pakowanie w wiaderka, pakowanie w worki, pakowanie zbiorcze, kartoniarki.
Maszyny etykietujące, znakujące		
COMP S.A. Oddział 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.
Maszyny i urządzenia pakujące		
Fenix Systems Sp. z o.o. ul. Długa 40 Moczydłów 05-530 Góra Kalwaria	tel. 22 715 52 53 e-mail: biuro@fenixsystems.eu www.fenixsystems.eu	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.

Maszyny i urządzenia pakujące (cd)		
Flowserve SIHI Poland Sp. z o.o. ul. Poleczki 23 02-822 Warszawa	tel. 22 335 24 80 Sales_PL@flowserve.com www.flowserve.com	Flowserve SIHI Poland (wcześniej Sterling Fluid Systems Polska) jest jednostką operacyjną Grupy Flowserve w Polsce. Oferujemy cały przekrój urządzeń techniki pompowej Grupy Flowserve, zapewniając klientom pełne wsparcie zarówno w obszarze doboru urządzeń, ich dostawy, jak i pełnej opieki posprzedażowej.
PACKSOL Ryszard Warczyński ul. Odonica 2 62-200 Gniezno	tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 ryszard.warczyński@packsol.pl www.packsol.pl	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 PACK, MF, GAMPACK.
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	PRODUCENT MASZYN PAKUJĄCYCH POLPAK oferuje: poziome maszyny pakujące doypack-monofolie, pionowe maszyny pakujące, kompletne linie pakujące, case packery, pakowanie w wiaderka, pakowanie w worki, pakowanie zbiorcze, kartoniarki.
Teccon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno	tel. +48 61 427 79 96 e-mail: biuro@teccon.pl www.teccon.pl	Producent maszyn pakujących oraz systemów paletyzacji. W ofercie firmy znajdują się: kartoniarki jednostkowe, kartoniarki zbiorcze, systemy miksowania produktów, formierki kartonów oraz tacek, automatyczne wieczarki kartonów, paletyzatory, transportery, maszyny prototypowe „szyte na miarę”.
ULMA Packaging Polska Sp. z o.o. ul. Kościelna 10 05-124 Skrzyszew	tel. 22 766 22 50 biuro@ulmapackaging.pl www.ulmapackaging.pl	ULMA Packaging, lider w produkcji i projektowaniu maszyn pakujących, sprzedaje rozwiązania do pakowania produktów spożywczych i niespożywczych. Jesteśmy jedynym producentem oferującym wszystkie rodzaje linii pakujących, obejmujące: Maszyny poziome Flow Pack (HFFS), zamykanie tacek Traysealer, rolowe, pionowe (VFFS), maszyny do folii stretch, pakowanie w folię termokurczliwą. ULMA oferuje również rozwiązania do automatyzacji pakowania i pakowania zbiorczego – roboty, kartoniarki, systemy paletyzacji.
TREPKO S.A. ul. Roosevelta 116 62-200 Gniezno	tel. 61 426 50 41 fax 61 426 50 68 info@trepko.com www.trepko.com	Światowy dostawca automatów pakujących dla przemysłu spożywczego: Automaty do napełniania i zamykania w gotowe pojemniki • Automaty do napełniania butelek • Linia do napełniania i koagulacji sera U.F. • Linie do pakowania w bloki • Automaty do formowania i owijania kostek • Pakowanie w bloki • Systemy pakowania zbiorczego • Serwis pogwarancyjny, sprzedaż części zamiennych, doradztwo techniczne
Maszyny napełniające i zamykające		
Flowserve SIHI Poland Sp. z o.o. ul. Poleczki 23 02-822 Warszawa	tel. 22 335 24 80 Sales_PL@flowserve.com www.flowserve.com	Flowserve SIHI Poland (wcześniej Sterling Fluid Systems Polska) jest jednostką operacyjną Grupy Flowserve w Polsce. Oferujemy cały przekrój urządzeń techniki pompowej Grupy Flowserve, zapewniając klientom pełne wsparcie zarówno w obszarze doboru urządzeń, ich dostawy, jak i pełnej opieki posprzedażowej.
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	PRODUCENT MASZYN PAKUJĄCYCH POLPAK oferuje: poziome maszyny pakujące doypack-monofolie, pionowe maszyny pakujące, kompletne linie pakujące, case packery, pakowanie w wiaderka, pakowanie w worki, pakowanie zbiorcze, kartoniarki.

Reklama

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**
kwartalnik techniczno-informacyjny

www.wdp.com.pl

Systemy transportu wewnętrznego		
Eureka. Inżynieria Spożywcza. Doradztwo i projektowanie ul. Rapackiego 19 20-150 Lublin	tel. 602 773 252 www.eurekainz.pl	Oferujemy innowacyjne rozwiązania dla przemysłu spożywczego i ochrony środowiska, w tym dozowniki celkowe w zakresie wydajności od 0,027 dm ³ do 0,16 m ³ i obrót wirnika do zasilania transportu wewnętrznego, dozowniki śrubowe, depozytory w liniach technologicznych, transport pneumatyczny, przenośniki ciągnowe, suszarki fluidyzacyjne i inne na indywidualne zamówienie.
Teccon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno	tel. +48 61 427 79 96 e-mail: biuro@teccon.pl www.teccon.pl	Producent maszyn pakujących oraz systemów paletyzacji. W ofercie firmy znajdują się: kartoniarki jednostkowe, kartoniarki zbiorcze, systemy miksowania produktów, formierki kartonów oraz tacek, automatyczne wieczkarki kartonów, paletyzatory, transportery, maszyny prototypowe „szyte na miarę”.
steute Polska ul. Skrzetuskiego 38 02-726 Warszawa	tel. 22 843 08 20 info@steute.pl www.steute.pl	Niemiecka firma steute Technologies dostarcza komponenty systemów automatyki i bezpieczeństwa: wyłączniki linkowe bezpieczeństwa (www.linkowe.pl) • wyłączniki nożne (www.nozne.pl) • wyłączniki krańcowe • kasety sterownicze • wyłączniki, czujniki i blokady bezpieczeństwa • kurtyny świetlne, listwy i maty bezpieczeństwa (www.grein.pl) • wykonania specjalne urządzeń: przeciwwybuchowe Ex (ATEX), bezprzewodowe, o stopniu ochrony do IP69K, odporne na korozję, do pracy w wysokiej/niskiej temperaturze.
Systemy napędowe maszyn/komponenty		
Multiprojekt Sp. z o.o. ul. Pilotów 2E 21-465 Kraków	tel. 12 413 90 58 e-mail: info@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybuujemy sterowniki PLC FATEK, panele operatorskie WEINTEK, serwonapędy i kontrolery ruchu TRIO, technikę liniową HIWIN, siłowniki liniowe LinMot, falowniki MICNO, roboty Neura Robotics. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
steute Polska ul. Skrzetuskiego 38 02-726 Warszawa	tel. 22 843 08 20 info@steute.pl www.steute.pl	Niemiecka firma steute Technologies dostarcza komponenty systemów automatyki i bezpieczeństwa: wyłączniki linkowe bezpieczeństwa (www.linkowe.pl) • wyłączniki nożne (www.nozne.pl) • wyłączniki krańcowe • kasety sterownicze • wyłączniki, czujniki i blokady bezpieczeństwa • kurtyny świetlne, listwy i maty bezpieczeństwa (www.grein.pl) • wykonania specjalne urządzeń: przeciwwybuchowe Ex (ATEX), bezprzewodowe, o stopniu ochrony do IP69K, odporne na korozję, do pracy w wysokiej/niskiej temperaturze.
Systemy pakowania zbiorczego		
PACKSOL Ryszard Warczyński ul. Odonica 2 62-200 Gniezno	tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 ryszard.warczyński@packsol.pl www.packsol.pl	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 PACK, MF, GAMPACK.
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	PRODUCENT MASZYN PAKUJĄCYCH POLPAK oferuje: poziome maszyny pakujące doypack-monofolie, pionowe maszyny pakujące, kompletne linie pakujące, case packery, pakowanie w wiaderka, pakowanie w worki, pakowanie zbiorcze, kartoniarki.
Teccon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno	tel. +48 61 427 79 96 e-mail: biuro@teccon.pl www.teccon.pl	Producent maszyn pakujących oraz systemów paletyzacji. W ofercie firmy znajdują się: kartoniarki jednostkowe, kartoniarki zbiorcze, systemy miksowania produktów, formierki kartonów oraz tacek, automatyczne wieczkarki kartonów, paletyzatory, transportery, maszyny prototypowe „szyte na miarę”.

Systemy, urządzenia ważące i dozujące		
PH-U BRINPOL Jarosław Brinken ul. Królewska 35 05-502 Bogatki	tel. 22 757 36 51 kom. 501 041 986 e-mail: brinpol@brinpol.com.pl www.brinpol.com.pl	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.
COMP S.A. Oddział 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.
ELWAG Sp. z o.o. ul. Kościuszki 1 C 44-100 Gliwice	tel./fax 32 331 37 11 tel. kom. 601 894 376 e-mail: biuro@elwag.pl www.elwag.pl	Certyfikowany partner firmy Minebea Intec – sprzedaż, serwis. Przemysłowe wagi zbiornikowe, platformowe – technologiczne i legalizowane. Systemy dozujące. Projektowanie, wykonawstwo, uruchomienie. Sterowanie procesami przemysłowymi.
Fenix Systems Sp. z o.o. ul. Długa 40 Moczydłów 05-530 Góra Kalwaria	tel. 22 715 52 53 e-mail: biuro@fenixsystems.eu www.fenixsystems.eu	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.
F.P.H.U "GLOBALWAG" Patrycja Rogowska ul. Elektrodoła 45K 33-300 Nowy Sącz	tel. 18 547 11 59 tel. 600 447 311 tel. 604 836 062 biuro@globalwag.pl	Firma GLOBALWAG to czołowy polski producent elektronicznych wag samochodowych, pomostowych, przemysłowych i kolejowych. Zakres naszej działalności obejmuje: projektowanie, produkcję, sprzedaż, montaż, wzorcowanie, legalizację, a także serwis, konserwację i modernizację wag różnego rodzaju. Dzięki zastosowaniu najwyższej jakości materiałów i podzespołów naszym Klientom zapewniamy produkty wyjątkowo trwałe i wytrzymałe. Inwestycja w ciągły rozwój zespołu i produkcji zapewnia klientom firmy GlobalWag profesjonalizm na najwyższym poziomie.
Jesma Sp. z o.o. ul. Firmowa 18 62-023 Robakowo	tel. kom. 722 011 022 e-mail: mtr@jesma.com www.jesma.com	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 zapewniają niezawodność, elastyczność i funkcjonalność.
N.B.C. Polska Sp. z o.o. ul. Złoty Potok 10/16 02-699 Warszawa	tel. 22 855 18 30 e-mail: nbc@nbc-el.pl www.nbc-el.pl	Oferujemy szeroką gamę wysokiej jakości włoskich czujników tensometrycznych, standardowych i projektowanych na zamówienie, akcesoria do czujników, torsjometry, mierniki wagowe z wieloma typami interfejsów, moduły dozujące, ograniczniki do dźwigów i suwnic z rejestratorem danych, wagi dynamometryczne.
PACKSOL Ryszard Warczyński ul. Odonica 2 62-200 Gniezno	tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 ryszard.warczyński@packsol.pl www.packsol.pl	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 PACK, MF, GAMPACK.
PPU „PROTON elektronik” Edward Flisak ul. Kożuchowska 35 A 65-364 Zielona Góra	tel. 68 320 43 63 fax 68 320 43 63 protonelektronik@protonelektronik.pl www.protonelektronik.pl	Systemy automatycznego naważania, systemy naważania przedmieszek, wagi przemysłowe, wagi automatyczne: automatyzacja linii granulacji, systemy sterowania i wizualizacji, automatyka przemysłowa. Budowa, wyposażenie i automatyzacja przetwórci pasz.
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	PRODUCENT MASZYN PAKUJĄCYCH POLPAK oferuje: poziome maszyny pakujące doypack-monofolie, pionowe maszyny pakujące, kompletne linie pakujące, case packery, pakowanie w wiaderka, pakowanie w worki, pakowanie zbiorcze, kartoniarki.

Systemy, urządzenia ważące i dozujące (cd.)		
Zinner Wagi i Systemy Wagowe ul. Przelot 24 60-408 Poznań	tel. kom. 601 772 441 e-mail: info@zinner.pl www.zinner.pl www.tensometry.zinner.pl www.silomierze-dynamometry.pl	Oferujemy wagi, systemy wagowe, wagi przemysłowe i laboratoryjne. Części do produkcji wag – tensometry (czujniki) wagowe, zestawy montażowe, elektronikę wagową (np. do wag zbiornikowych, taśmo-ciągowych). Automatyka wagowa – przetworniki do PLC. Siłomierze i maszyny wytrzymałościowe do pomiarów siły nacisku i ciągu, testowania produktów.
Inne maszyny i urządzenia		
Flowserve SIHI Poland Sp. z o.o. ul. Poleczki 23 02-822 Warszawa	tel. 22 335 24 80 Sales_PL@flowserve.com www.flowserve.com	Flowserve SIHI Poland (wcześniej Sterling Fluid Systems Polska) jest jednostką operacyjną Grupy Flowserve w Polsce. Oferujemy cały przekrój urządzeń techniki pompowej Grupy Flowserve, zapewniając klientom pełne wsparcie zarówno w obszarze doboru urządzeń, ich dostawy, jak i pełnej opieki posprzedażowej.
F.P.H.U "GLOBALWAG" Patrycja Rogowska ul. Elektrodowa 45K 33-300 Nowy Sącz	tel. 18 547 11 59 tel. 600 447 311 tel. 604 836 062 biuro@globalwag.pl	Firma GLOBALWAG to czołowy polski producent elektronicznych wag samochodowych, pomostowych, przemysłowych i kolejowych. Zakres naszej działalności obejmuje: projektowanie, produkcję, sprzedaż, montaż, wzorcowanie, legalizację, a także serwis, konserwację i modernizację wag różnego rodzaju. Dzięki zastosowaniu najwyższej jakości materiałów i podzespołów naszym Klientom zapewniamy produkty wyjątkowo trwałe i wytrzymałe. Inwestycja w ciągły rozwój zespołu i produkcji zapewnia klientom firmy GlobalWag profesjonalizm na najwyższym poziomie.
Teccon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno	tel. +48 61 427 79 96 e-mail: biuro@teccon.pl www.teccon.pl	Producent maszyn pakujących oraz systemów paletyzacji. W ofercie firmy znajdują się: kartoniarki jednostkowe, kartoniarki zbiorcze, systemy miksowania produktów, formierki kartonów oraz tacek, automatyczne wieczkarki kartonów, paletyzatory, transportery, maszyny prototypowe „szyte na miarę”.
P.P.H.U. Techmont Radosław Wietrzyk ul. 3 Maja 39 b 47-303 Krapkowice	tel./fax 77 407 93 00 biuro@techmont.com.pl www.techmont.com.pl	P.P.H.U. TECHMONT oferuje osłony przenośników taśmowych, zgranicznice, systemy centrujące, armatki/pulsatory powietrzne i azotowe do udrażniania zbiorników z materiałami sypkimi, system dławienia pyłów przemysłowych, tworzywa ślizgowe, trudnościaralne.
steute Polska al. Wilanowska 321 02-665 Warszawa	tel. 22 843 08 20 e-mail: info@steute.pl www.steute.pl	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 przeciwwybuchowej Ex (ATEX) oraz do pracy w ekstremalnych warunkach (wysoka/niska temperatura, środowisko agresywne, zapylenie, duża wilgotność).



**Twoje rozwiązania
w centrum uwagi!**

**Chcesz dotrzeć do decydentów
i specjalistów z branży?**

„Ważenie, Dozowanie, Pakowanie” to idealne miejsce na promocję Twoich technologii i usług. Pokaż swoją ofertę tam, gdzie liczy się jakość i innowacja!

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**

kwartalnik techniczno-informacyjny

Zamów prenumeratę:
prenumerata@industriypublisher.com

Zamów prenumeratę

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 30-proc. zniżki, przysyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 155,52 zł brutto (w tym 8% VAT).

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod adresem redakcja.wdp@drukart.pl.

Prenumeratę miesięcznika „Napędy i Sterowanie” można zamówić:

- poprzez formularz dostępny na stronie: www.wdp.com.pl/prenumerata
- wysyłając wiadomość e-mail na adres: prenumerata@industriypublisher.com

Prenumerata dostępna jest również za pośrednictwem:

- **Garmond Press** – telefon: (12) 422 14 85,
e-mail: prenumerata.krakow@garmondpress.pl
- **Kolporter Sp. z o.o.** – prenumerata instytucjonalna dostępna w oddziałach firmy. Więcej informacji pod numerem infolinii: +48 41 367 88 88 lub na stronie: www.kolporter.com.pl



**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**

**kwartalnik
techniczno-
informacyjny**
Nr 4 1991 Rok XXIV
Październik – Listopad – Grudzień
2024 r.
ISSN 1732-0240
Indeks 374769
Cena 25,52 zł (w tym 8% VAT)

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

**PTAK
WAWA
EXPO**

**LABELING-TECH
Poland**

**MIĘDZYNARODOWE TARGI
TECHNOLOGII ETYKIETOWANIA**
4-6 GRUDNIA 2024
www.labelingtechpoland.com

Alpa Katowicka 62, 05-832 Nalazyn | info@warsawexpo.eu | www.warsawexpo.eu | [Warsaw Expo](#)

Poprzedni numer

- PUE HY10 i PUE HX7. Terminale wagowe do zadań specjalnych produkcji RADWAG
- Targi Labeling Tech 2024: Odkryj innowacje w branży etykietowania
- Przemysł 4.0 na linii produkcyjnej dzięki KIPP FEATUREgrip
- IMA FLX HUB. W samym sercu kolejnej kompletnej linii pakowania elastycznego
- Rola i zastosowanie sworzni tensometrycznych MPIN firmy UTILCELL: Rewolucja w monitorowaniu przemysłowym
- Dlaczego dobrze przemyślana redukcja liczby wariantów napędów jest istotna?

Poprzednie wydania dostępne są w wersji elektronicznej na stronie www.wdp.com.pl/archiwum

W SAMYM SERCU KOLEJNEJ KOMPLETNEJ, ELASTYCZNEJ LINII DO PAKOWANIA



HANDLING

PORTIONING
AND FEEDING

WEIGHING
AND COUNTING

HFPS
PACKAGING

VFFS
PACKAGING

SECONDARY
PACKAGING

END OF LINE
SOLUTIONS

INFINITE SOLUTIONS JUST ONE HUB



Pozwól nam odpowiedzieć na Twoje potrzeby dzięki nieskończonej liczbie ukierunkowanych technologii opracowanych dzięki współpracy w ramach projektu **IMA FLX HUB**.

Nasze rozwiązania w zakresie opakowań pierwotnych, wtórnych i końcowych łączą się ze sobą, tworząc dostosowane linie „pod klucz”, zdolne do obsługi najszerszej gamy elastycznych rodzajów opakowań. Maszyny można skonfigurować do przetwarzania materiałów nadających się do recyklingu i zrównoważonych folii, a funkcje cyfrowe i ulepszona łączność pozwalają na zmaksymalizowanie wydajności linii.

Od **branży spożywczej, farmaceutycznej po chusteczki nawilżane a kończąc na produktach dla zwierząt**, IMA FLX HUB umieści Cię w centrum niekończącej się współpracy.



ima.it/it/flexible-packaging-hub

IMA ILAPAK | IMA DELTA SYSTEMS | IMA EUROSICMA | IMA RECORD | IMA FILLSHAPE | IMA TECMAR



HEINRICH KIPP WERK

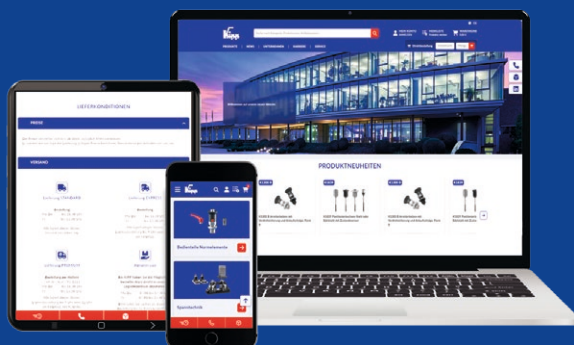
STANDARDOWE ELEMENTY MASZYN | ELEMENTY MANIPULACYJNE | SYSTEMY MOCUJĄCE



Kompetencje producenta od 1919 roku.

Sprawdź możliwości nowej strony:

- 85 000 produktów
- dostęp do bazy CAD 2D/3D
- wyszukiwanie zdjęciem
- narzędzie ofertowania
- panel zakupowy
- listy ulubionych produktów



KIPP POLSKA SP. Z O.O.
ul. Jeździecka 19/302
53-032 Wrocław

Tel. +48 71 339 21 44
polska@kipp.pl
www.kipp.pl

