

WAŻENIE DOZOWANIE PAKOWANIE

kwartalnik techniczno-informacyjny

3/2025 (99)

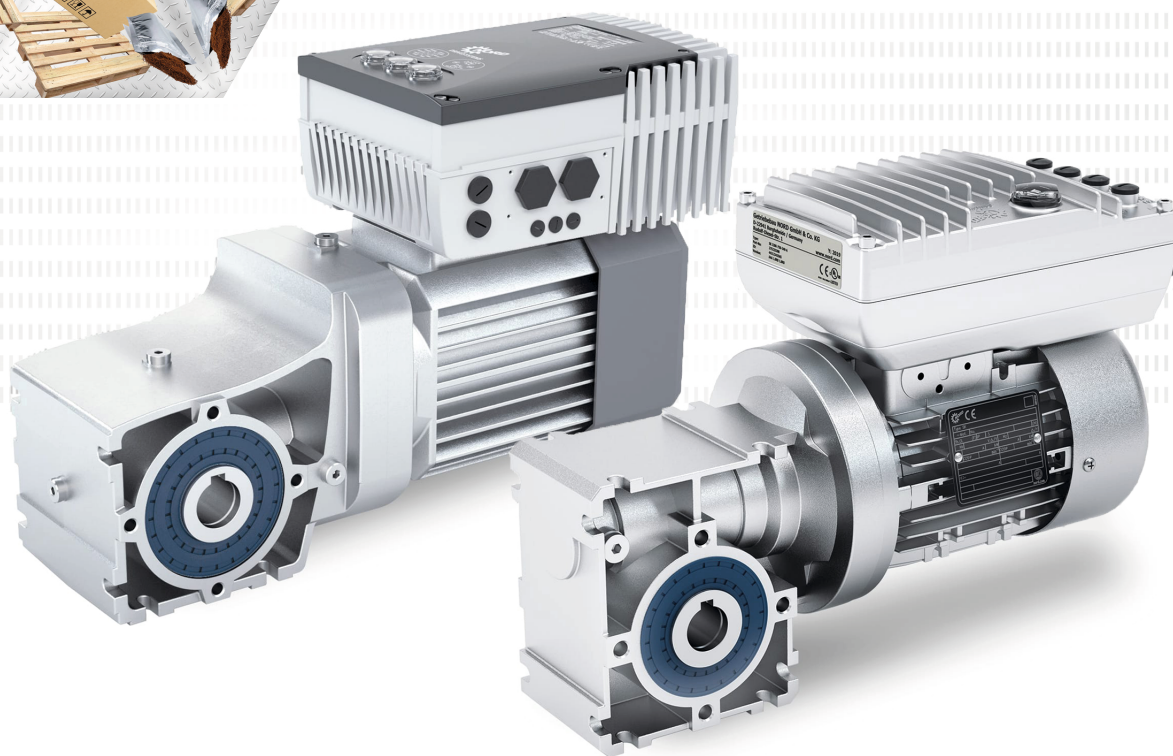
lipiec–sierpień–wrzesień

Cena: 29 zł (w tym 8% VAT)

ISSN 1732-2340, Indeks 374199



MIESZANY
Papier | Wspieranie
odpowiedzialnego leśnictwa
FSC® C193114



Nasze rozwiązania napędowe do maszyn pakujących

Kompletne systemy napędowe
ze zdecentralizowanym sterowaniem

- ▶ Niskie koszty zakupu i eksploatacji
- ▶ Kompaktowa konstrukcja systemu znacznie zmniejsza przestrzeń instalacyjną
- ▶ Łatwy montaż i konserwacja dzięki wtykowym komponentom

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

NORD®
DRIVESYSTEMS



60 lat doświadczenia
na rynku napędów



Nowoczesne technologie dla Twojej branży!



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

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

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**
kwartalnik techniczno-informacyjny

Zamów prenumeratę:
prenumerata@industrypublisher.com

www.wdp.com.pl

WAŻENIE DOZOWANIE PAKOWANIE

kwartalnik techniczno-informacyjny

KONTAKT DO REDAKCJI:

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

REDAGUJE ZESPÓŁ:

- Damaris Jeż
- Katarzyna Zajęc
- Ryszard Klencz

REDAKTOR WYDANIA:

Ryszard Klencz
tel. +48 507 061 574
e-mail: redakcja.wdp@drukart.pl

REDAKCJA TECHNICZNA:

Grzegorz Drobny

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.

Drodzy Czytelnicy,

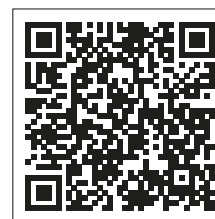
w tym numerze skupiamy się na trzech filarach produkcji: stabilności procesu, elastyczności linii oraz higienie. Otwiera je rozmowa z Krzysztofem Niczyporukiem, prezesem Polskiej Izby Opakowań, o kosztach energii, rozwoju kompetencji i roli edukacji, od szkół średnich po uczelnie, w budowaniu przewagi konkurencyjnej. To materiał, do którego warto wracać z zespołem i przekładać wnioski na konkretne działania.

W części „Technologie i produkty” proponujemy pakiet bardzo konkretnych rozwiązań. NORD przypomina, że kompletne, zdecentralizowane systemy napędowe to dziś sposób na niższy TCO, krótszy montaż i prostszy serwis w maszynach pakujących. To dobra wiadomość dla zakładów, które walczą jednocześnie o wydajność i miejsce w zabudowie. Bosch Rexroth wnosi z kolei elastyczność przepływu materiałów: nowy przenośnik taśmowy VarioFlow delikatnie przenosi niestabilne produkty i formaty ponadgabarytowe, a w duecie z Hitmark Robotics pokazuje, jak przyspieszyć paletyzację w mleczarstwie bez kompromisów jakościowych; pomoże też MTpro, narzędzie do szybkiej konfiguracji i projektowania. Cantoni natomiast porządkuje temat napędów dla stref o podwyższonych wymaganiach higienicznych: stal nierdzewna, zwarta konstrukcja, łatwość mycia i wysoka szczelność – to konkretne odpowiedzi na realne potrzeby linii spożywczych.

W dziale „Nauka” polecam szczególnie artykuł dr hab. inż. Sabiny Galus, współautorski z G. Kozakiewicz, o powłokach ochronnych i utrzymaniu jakości truskawek. To świetny przykład, jak łączyć badania z praktyką. Od składu i funkcji powłok po wpływ na trwałość produktu i parametry procesu z ważnymi wskazówkami dla technologów, działów jakości i R&D.

Zapraszam do lektury i jak zawsze do dzielenia się przykładami wdrożeń z hal produkcyjnych. Wspólnie budujemy bibliotekę rozwiązań, które działają „tu i teraz”.

Ryszard Klencz
Redaktor Naczelny



Dołącz do nas na
LinkedIn

Co w numerze

6 | Nowości techniczne

76 | Zestawienie firm

TECHNOLOGIE I PRODUKTY

8 | Czujnik dymu, czujnik czadu, czujnik zalania. Inteligentne systemy monitoringu środowiska pracy – jak smart building zwiększa bezpieczeństwo pracowników? – A. Zgórski

11 | Wyświetlacze swobodnie programowalne z komunikacją Modbus RTU/TCP – Producent: SEM

12 | Napędy perfekcyjnie dostosowane do pakowania żywności – NORD Napędy Sp. z o.o.

16 | Płynny transport torebek ze zgrzewanymi krawędziami o różnych rozmiarach, do opakowań ponadgabarytowych włącznie. Nowy przenośnik taśmowy VarioFlow – Bosch Rexroth Sp. z o.o.

18 | Wspólne rozwiązanie Bosch Rexroth i Hitmark Robotics, to odpowiedź na potrzeby automatyzacji i zwiększenia wydajności paletyzacji w przemyśle spożywczym. Zautomatyzowana paletyzacja w przemyśle spożywczym z wykorzystaniem systemu VarioFlow 320 – Bosch Rexroth Sp. z o.o.

22 | FIT5X. Ważenie dynamiczne w procesach napełniania i pakowania – Biuro Inżynierskie – HBM Maciej Zająchkowski

24 | Wagosuszarki serii MA 50.X7 w badaniach wilgotności ziaren jęczmienia i pszenicy – A. Szafrńska, S. Janas, M. Kowalska – Radwag Wagi Elektroniczne

27 | Kompendium wiedzy i narzędzi dla branży opakowań. Opakowania.biz

28 | Jak oprogramowanie do recepturowania czyni produkcję bezpieczniejszą i bardziej wydajną – niezależnie od branży – Minebea Intec Poland sp. z o.o.

30 | Dozowniki HETHON – precyzyjne podawanie proszków, granulatów, barwników, ziaren – Przedsiębiorstwo Handlowo-Usługowe BRINPOL Jarosław Brinken

32 | Silniki elektryczne jako nieodłączny element automatyzacji procesów produkcyjnych – Z. Damm – CANTONI MOTOR SA

INFORMACJE BRANŻOWE

35 | Nowa era opakowań dla farmacji i kosmetyki: Cosmo Pharm Pack 2025

36 | TAROPAK 2025 – przyszłość opakowań i innowacji w jednym miejscu

38 | „Musimy być szybsi niż zmiany” – rozmowa z Krzysztofem Niczyporukiem, Prezesem Polskiej Izby Opakowań – rozmawiała: Damaris Jeż

NAUKA

40 | Słodka robota – E. Matyszewska

42 | Robot, do usług – E. Matyszewska

44 | Paletą w konkurencję – E. Matyszewska

46 | Rynek nie ma granic – E. Matyszewska

50 | Branża spożywcza musi być szybka i elastyczna – E. Matyszewska

52 | Zrobotyzowany montaż – W. Kaczmarek, Jarosław Panasiuk

54 | Znaczenie powłok ochronnych w zachowaniu jakości truskawek – G. Kozakiewicz, S. Galus

61 | Przyszłość ze sztuczną inteligencją – J. Osiński

72 | Dobór wózka widłowego w logistyce wewnętrznej – podejście systemowe – P. Zajac

INDEKS REKLAM

Biuro Inżynierskie – HBM Maciej Zająchkowski	6, 23
Bosch Rexroth	7, 17
Brinpol	30
CANTONI MOTOR	33
Minebea Intec Poland	29
NORD Napędy	1
Opakowania.biz	27
Radwag	6, 84
SEM	11
Taropak	37
Tworzywa.org	59



Nowoczesne technologie dla inżynierów i operatorów!

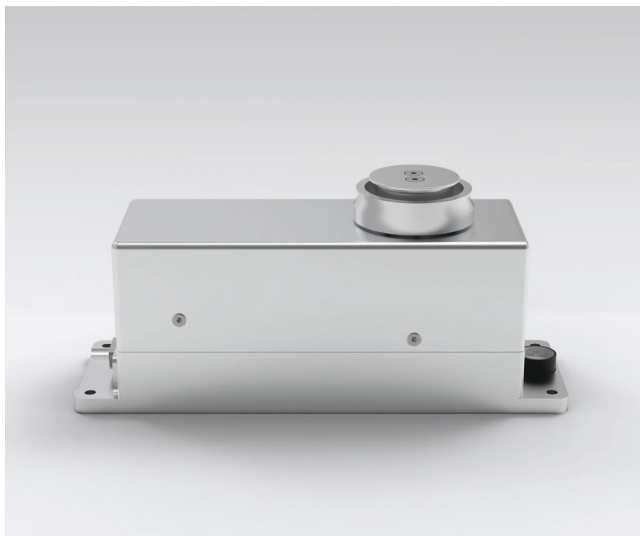
» **Optymalizuj procesy ważenia, dozowania
i pakowania dzięki najnowszym
rozwiązaniom technologicznym.**

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

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**
kwartalnik techniczno-informacyjny

Napisz na:
redakcja.wdp@industriypublisher.com

www.wdp.com.pl



Moduły wagowe MPS.M

Nowe moduły wagowe MPS.M firmy RADWAG to zaawansowane urządzenia pomiarowe oparte na autorskiej technologii MONO BLOCK®, która zapewnia wysoką stabilność i precyzję ważenia. Zastosowany układ pomiarowy gwarantuje czytelność odczytu [d] 1 mg przy maksymalnym obciążeniu 640 g i 1 kg oraz [d] 10 mg dla 3,3 kg i 6,3 kg. Dzięki tym parametrom moduły sprawdzają się w wymagających procesach produkcyjnych, w których liczy się powtarzalność i niezawodność pomiarów. Wersje OEM zaprojektowano z myślą o integracji w liniach technologicznych i specjalistycznych maszynach przemysłowych.

Kompaktowa konstrukcja oraz możliwość pracy bez terminala wagowego sprawiają, że MPS.M to znakomity wybór dla firm automatyzujących produkcję oraz dla konstruktorów urządzeń automatyki. Moduł znajduje zastosowanie m.in. w kontroli jakości, dozowaniu, porcjowaniu i napełnianiu opakowań.

Najważniejsze atuty modułu MPS.M:

- niewielkie wymiary ułatwiające zabudowę,
- kompatybilność z oprogramowaniem R-Panel,
- możliwość personalizacji szalki do wymagań użytkownika,
- komunikacja przez znakowy protokół ASCII (RADWAG CBCP) w porcie RS232.

Moduły MPS.M łączą kompaktowość, elastyczność integracji oraz wysoką precyzję pomiarów, dzięki czemu są doskonałym wyborem do nowoczesnych procesów przemysłowych.

RADWAG Wagi Elektroniczne
www.radwag.com



Łańcuch pomiarowy LCMC

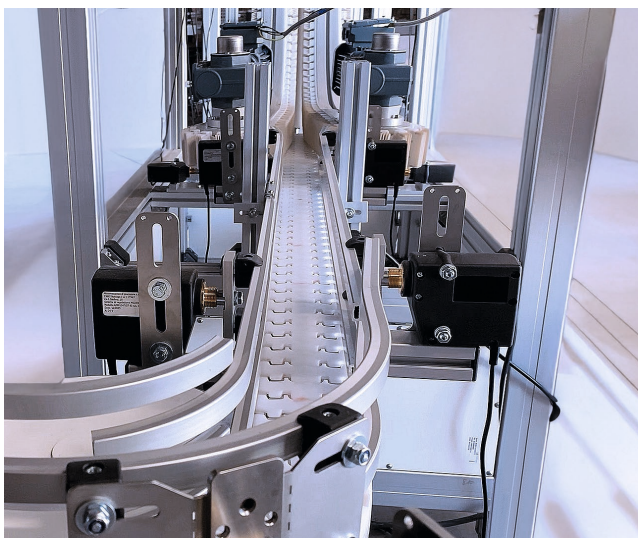
Łańcuch pomiarowy LCMC (Load Cell Measurement Chain) to połączenie wybranego tensometrycznego przetwornika wagi marki HBM i modułu elektronicznego. System LCMC umożliwia dobranie jednego z 14 dostępnych przetworników wagi, które najlepiej odpowiadają wymaganiom aplikacji, a następnie połączenie go z wybranym układem elektronicznym. Chociaż elektronika jest niemal taka sama dla wszystkich 14 przetworników, oferuje siedem różnych opcji wyjściowych, w tym łącze IO-Link.

Dzięki 11 000 różnych konfiguracji, rozwiązanie to zapewnia nie tylko najwyższą jakość, wydajność i opłacalność, ale także gwarantuje precyzyjne dopasowanie do potrzeb danej aplikacji. Interfejs IO-Link oferuje kilka korzyści, takich jak: inteligentne funkcje (wstępne przetwarzanie danych, monitoring stanu, ostrzeżenia), dwukierunkową komunikację z czujnikiem oraz łatwą instalację.

Układ może być wyposażony w następujące interfejsy: IO-Link, CAN, RS485, wyjście prądowe: 4–20 mA lub wyjście napięciowe: 0–10 V. Każdy z układów jest ponadto wyposażony w wejścia/wyjścia sterujące oraz złącza typu M12 do podłączenia zasilania, interfejsu i wejść/wyjść. Układ z IO-Link charakteryzuje się pasmem przenoszenia 2 kHz przy rozdzielczości 24 bitów. Modele wyposażone w interfejsy RS485 i CAN występują w wersjach 200 S/s i 1200 S/s. Rozbudowany układ filtracji z możliwością kaskadowego uruchamiania filtrów oraz zaimplementowane algorytmy dla procesów napełniania i ważenia kontrolnego zwiększają uniwersalność tych układów pomiarowych.

Biuro Inżynierskie – HBM Maciej Zajączkowski
www.hbm.com.pl

» Aktualne trendy i technologie znajdziesz na **www.wdp.com.pl**.



Automatyczny system prowadnic

Automatyczny system prowadnic firmy Bosch Rexroth umożliwia szybkie i precyzyjne dostosowanie szerokości linii transportowej do różnych produktów. Prowadnice boczne są przesuwane za pomocą siłowników elektrycznych, sterowanych z centralnej szafy sterowniczej. System pozwala na zapis i przywoływanie gotowych ustawień (receptur) dla różnych formatów oraz integrację z nadrzędnym systemem sterowania. Zmiany konfiguracji mogą być wykonywane automatycznie przy pustej linii, bez potrzeby ręcznej regulacji i przestojów.

Cechy systemu

Elastyczność

Prowadnice są zaprojektowane tak, aby łatwo dostosować się do różnych rozmiarów i kształtów produktów na linii produkcyjnej. Dzięki regulacji lub automatycznemu sterowaniu można szybko zmieniać ich położenie, co pozwala na obsługę wielu formatów bez konieczności przestojów.

Prostota

Konstrukcja prowadnic jest intuicyjna i łatwa w obsłudze. Montaż, regulacja i konserwacja nie wymagają specjalistycznej wiedzy, co przyspiesza przebrajanie linii i zmniejsza ryzyko błędów operatorów.

Ekonomiczność

System prowadnic jest zaprojektowany tak, aby zapewnić wysoką funkcjonalność przy niskich kosztach zarówno zakupu, jak i eksploatacji. Dzięki automatyzacji i standardowym komponentom zmniejsza się również czas przestojów i nakłady na serwis.

Standardowość

System prowadnic wykorzystuje standardowe komponenty, co ułatwia ich integrację z innymi systemami oraz umożliwia łatwą wymianę części i rozbudowę linii w przyszłości.

Bosch Rexroth Sp. z o.o.

www.boschrexroth.pl

Reklama



Darmowa

e-prenumerata

Teraz możesz otrzymać pełny dostęp do kwartalnika „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie” w wersji cyfrowej – całkowicie za darmo.

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**
kwartalnik techniczno-informacyjny

» Więcej na www.wdp.com.pl

Czujnik dymu, czujnik czadu, czujnik zalania

Inteligentne systemy monitoringu środowiska pracy – jak smart building zwiększa bezpieczeństwo pracowników?

 Ariel Zgórski

Gdy zastanawiamy się, jak inteligentne urządzenia mogą zwiększyć bezpieczeństwo w domu, łatwo wskazać liczne przykłady. Bezpieczeństwo to jeden z podstawowych obszarów, w których działa IoT. Ale tak samo jak smart rozwiązania mogą pomóc nam w domu, tak również świetnie sprawdzają się w przemyśle. Tylko na znacznie większą skalę, a możliwości wykorzystania są nieporównywalnie większe.

Czym są inteligentne systemy monitoringu środowiska pracy

W dolinie krzemowej osoby takie jak Elon Musk przewidują, że wkrótce w fabrykach będą pracowały roboty humanoidalne. Ale nawet z postępującą automatyzacją to człowiek nadal jest kluczowym elementem w łańcuchu, a tym samym chronienie jego zdrowia i życia jest krytyczne. Dlatego właśnie powstają Inteligentne Systemy Monitoringu Środowiska Pracy. A wraz z rozwojem technologii, słowo „inteligentne” nabiera tutaj szerszego znaczenia.

Zintegrowany system działa na następującej zasadzie:

1. W pierwszej kolejności zbierane są dane. Daną może być wszystko co wychwyci czujnik umieszczony np. w hali produkcyjnej. Może to być sensor: temperatury, wilgotności, CO₂, lotnych związków organicznych, światła, ruchu, wibracji (w dawnych kopalniach takimi „żywymi” czujnikami były kanarki, które szybciej wychwytywały, że pojawia się metan).
2. Dane mogą być również zbierane z kamer, które mogą przekazywać obraz wizyjny jak każdą inną informację.

3. Wszystkie te dane trafiają w czasie rzeczywistym (przeważnie w ciągu milisekund) do centralnego systemu analitycznego. Jego celem jest zebranie jak największej ilości wartościowych danych.
4. System ten następnie używa reguł bądź AI (uczenia maszynowego lub sieci neuronowych) do wykrywania, analizy oraz identyfikacji anomalii.
5. Na bazie tych anomalii mogą zostać uruchomione alarmy, których zadaniem jest ochrona pracownika.

Tego rodzaju system powinien być w stanie wykrywać takie zdarzenia jak:

1. Zbyt wysokie stężenie CO₂, które może zakończyć się zatruciem dwutlenkiem węgla,
2. Dym, który może sugerować rozprzestrzenianie pożaru,
3. Nieprawidłowe zachowanie maszyny, która może ulec awarii i doprowadzić do kolizji z człowiekiem,
4. Upadek pracownika w niewidocznym dla innych osób miejscu.
5. Zobrazować działanie takich systemów najlepiej jest jednak na przykładach.

Jak działa **zintegrowany system?**



Zbiera dane

Danymi mogą być np. temperatura, wilgotność, CO₂, ruch, wibracje.



Dane przesyłane są w czasie rzeczywistym

Przekazują je kamery oraz inne sensory.



System używa reguł lub AI

Wykrywa, analizuje oraz identyfikuje anomalie.



Uruchamia alarmy

Służą do ochrony pracowników.

IMPEL i Mobilne Wieże Monitorujące

Prace na wysokościach nie bez przypadku kojarzą się z pracą o podwyższonym ryzyku. Do ich wykonywania nie wystarczy brak lęku wysokości. Każdy błąd popełniony dziesiątki, a nawet setki metrów nad ziemią może mieć katastrofalne skutki.

Firma IMPEL to polska firma świadcząca usługi outsourcingowe, specjalizująca się w ochronie, sprzątaniu, technicznej obsłudze nieruchomości i rozwiązaniach bezpieczeństwa. Firma podeszła do kwestii bezpieczeństwa w przemyślny sposób i wykorzystała Mobilne Wieże Monitorujące (MobiGuard), aby zmniejszyć to ryzyko. Każda z takich wież wyposażona jest w wysokiej jakości kamery i system definiowanych czujników. Jeśli pracownik upadnie albo znajdzie się w strefie niebezpiecznej, wówczas automatycznie powiadamiany jest operator monitoringu.

Wieżę są wyposażone w profesjonalne kamery HD/Full HD osadzone na obrotowych głowicach (maszt ma ok. 7 m wysokości). Kamery te rejestrują obraz w wysokiej jakości zarówno w dzień, jak i w nocy (posiadają tryb nocny, oświetlacze podczerwieni lub moduły termowizyjne). Dzięki temu nawet w warunkach słabego oświetlenia lub całkowitej ciemności obraz jest czytelny i pozwala zidentyfikować szczegóły zdarzenia.

Takie wieże pozwalają nie tylko nadzorować trudno dostępne miejsce, ale również szybko reagować w sytuacji, gdy czas jest na wagę złota. Wieże MobiGuard pojawiły się w wielu miejscach w Polsce i na świecie. IMPEL informował w 2022 roku, że takie wieże można było spotkać na ponad 1000 inwestycji w całym kraju.

ArcelorMittal Poland – opaski telemetryczne dla pracowników na terenie Koksowni

Kolejnym interesującym przykładem jest zakład ArcelorMittal Poland w Zdzeszowicach, gdzie wdrożono system inteligentnego telemonitoringu bezpieczeństwa oparty o opaski telemetryczne noszone przez pracowników terenu koksowni.

ArcelorMittal to globalny koncern stalowy, który w Polsce zajmuje się przede wszystkim produkcją stali oraz wyrobów hutniczych, m.in. w zakładach w Dąbrowie Górniczej i Zdzeszowicach.

Rozwiązanie to adresuje problem pracy na rozległym obszarze (ponad 200 ha), gdzie dotąd trudno było szybko zareagować na wypadek załamnięcia czy urazu pracownika. Temat szczególnie istotny gdy pracownik znajduje się w danym miejscu sam.

Każda opaska posiada przycisk SOS, czujniki upadku (z 3 poziomami czułości) i bezruchu, a także mierzy tętno pracownika. W razie wykrycia braku ruchu lub upadku urządzenie wibruje i odtwarza komunikat głosowy, po czym automatycznie nawiązuje łączność z zakładowym centrum alarmowym oraz dzwoni kaskadowo do 3 zapisanych numerów alarmowych.

Dzięki takiemu działaniu nawet nieprzytomny pracownik zostanie szybko zlokalizowany i otrzyma pomoc. System działa w oparciu o platformę teleopieki Comarch, dostosowaną specjalnie do środowiska przemysłowego (m.in. dodano funkcję wykrywania braku ruchu i wewnątrzbudynkowy *asset tracking* tam, gdzie GPS nie sięga). Według kierownictwa koksowni, opaski znacząco zredukowały główne zagrożenia

Smart Building

przykłady zastosowań

IMPEL

Monitorujące wieże

- Mobilne wieże wykrywają upadki na placach budowy.
- Termowizyjnie i optycznie nadzorują strefy niebezpieczne.

ArcelorMittal Poland

Opaski telemetryczne

- Pozwalają wykryć omdlenia i urazy w rozległych zakładach.
- Alerty wysyłane są automatycznie w razie upadku.

HB Reavis

Inteligentne środowisko biurowe

- System wykrywa pogorszenie jakości powietrza.
- Automatycznie dostosowuje warunki w biurach.

związane z pracą na rozległym terenie, podnosząc jednocześnie poczucie bezpieczeństwa członków załogi. Po pilotażu z 10 opaskami, system rozszerzono do 130 opasek. Docelowo ma ono objąć ok. 350 osób na terenie koksowni.

Inteligentne Środowisko Pracy w Biurowcu

Smart Office garściami bierze z idei Smart Home. Inteligentne biurowce również korzystają z systemów monitoringu środowiska pracy w celu zwiększenia bezpieczeństwa i komfortu użytkowników. Przykładem są biura dewelopera HB Reavis w Warszawie, gdzie wdrożono autorską platformę Symbiosy integrującą sieć czujników IoT w budynku.

Sensory Symbiosy nieustannie mierzą jakość powietrza (m.in. poziom CO₂, wilgotność, temperaturę) oraz obłożenie pomieszczeń i ruch osób w przestrzeni biurowej. Dane te są analizowane w czasie rzeczywistym – system automatycznie reguluje wentylację, ogrzewanie i klimatyzację tak, by utrzymać optymalne warunki pracy. Jeśli np. w sali konferencyjnej rośnie stężenie CO₂ podczas długiego spotkania, inteligentne BMS natychmiast zwiększa dopływ świeżego powietrza lub wysyła powiadomienie użytkownikom o konieczności przewietrzenia pomieszczenia.

Dzięki takim rozwiązaniom pracownicy nie odczuwają spadku koncentracji i zmęczenia spowodowanego dusznym powietrzem – co bezpośrednio przekłada się na efektywność pracy intelektualnej.

Wczesne ostrzeganie przed wstrząsami – technologia przyszłości dla Śląska?

Regiony o intensywnej działalności górniczej, takie jak Śląsk, narażone są na zwiększone ryzyko wstrząsów sejsmicznych i tąpnięć. Mimo że większość istniejących rozwiązań koncentruje się na kontroli jakości powietrza, bezpieczeństwie pożarowym czy pracy maszyn, coraz większą uwagę zyskują systemy wczesnego ostrzegania o wstrząsach (*Earthquake Early Warning Systems, EWS*).

W krajach takich jak Japonia, Meksyk czy Tajwan technologie te funkcjonują z powodzeniem od lat, analizując mikrowibracje i pozwalając z wyprzedzeniem podjąć działania prewencyjne – od zatrzymania maszyn, przez odcięcie zasilania, aż po automatyczne procedury ewakuacji. Wdrażając EWS w infrastrukturę inteligentnych budynków, można uzyskać realne wsparcie dla bezpieczeństwa pracowników – zwłaszcza w kopalniach, hutach czy centrach logistycznych. Nowoczesne sensory sejsmiczne, zintegrowane z systemami BMS oraz infrastrukturą IoT, pozwalają budynkom automatycznie reagować na wykryte wibracje – zjazd wind na poziom ewakuacyjny, odcięcie gazu czy uruchomienie alarmów dźwiękowych i powiadomień mobilnych stają się elementem zautomatyzowanego scenariusza awaryjnego. Choć rozwiązania te od lat są wykorzystywane w Azji i Ameryce Północnej, w Polsce wciąż pozostają niedostatecznie rozwinięte. Ich integracja ze smart buildingiem mogłaby znacząco podnieść poziom bezpieczeństwa w regionach o szczególnym zagrożeniu sejsmicznym.

Czy warto inwestować w takie rozwiązania?

Zanim roboty przejmą dominację w miejscu pracy to właśnie człowiek jest kluczowym ogniwem w każdym przedsiębiorstwie. Tym samym to pytanie ma charakter retoryczny.

Zdrowie i życie są nadrzędne, a nowoczesne technologie pozwalają je chronić. Jak pokazują powyższe przykłady te rozwiązania sprawdzają się zarówno w zawodach niebezpiecznych, jak i w środowisku biurowym. Schemat działania jest zawsze taki sam. W pierwszej kolejności zbieramy dane, następnie je analizujemy, aby finalnie reagować. Jednak dzięki rozwiązaniom IoT oraz AI skala tego jakie dane możemy zebrać, a następnie przeanalizować jest limitowana wyłącznie przez nasze wyobrażenie tego co jest możliwe. Bo możliwe jest, znacznie więcej. □

 Ariel Zgórski

Wyświetlacze swobodnie programowalne z komunikacją Modbus RTU/TCP

Wyświetlacze serii LD z wielokolorowymi matrycami LED są przeznaczone do wizualizacji stanu procesów przemysłowych. Umożliwiają wyświetlanie na jednym ekranie wielu wierszy tekstu, z podziałem na sektory o różnej wielkości. Podział na sektory sterowany jest protokołem. Ekran może dynamicznie zmieniać swój wygląd: liczbę sektorów, kolory i wielkość znaków. Można również zapisać konfigurację ekranu w pamięci wyświetlacza i przesyłać do niego jedynie dane robocze.



✓ Technologia LED

Wielokolorowe matryce LED pozwalają na dynamiczną zmianę wyglądu ekranu, dostosowując liczbę sektorów, kolory i wielkość znaków do bieżących potrzeb.

✓ Wszechstronne parametry

- **Wielkość znaków:** od 28 mm do 240 mm.
- **Raster (rozstaw diod):** 4 mm lub 8 mm.
- **Jasność:** Adaptacyjna regulacja.

W serii LD dostępne są różne wykonania: od małych wyświetlaczy kilkunastowierszowych ze znakami o wysokości od 28 mm w formacie 5 × 7 pikseli, aż po tablice wyświetlające znaki o wysokości 240 mm w formacie 20 × 32 piksele. Stosowane są matryce diodowe z rastrem 4 lub 8 mm, z adaptacyjną regulacją jasności zapewniającą dobrą czytelność przy zmiennym oświetleniu zewnętrznym.

Do komunikacji przewidziano interfejsy RS485 i Ethernet. Podstawowe protokoły to Modbus RTU i Modbus TCP. Wyświetlacze oferowane są wyłącznie w wykonaniu przemysłowym, do pracy wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń,

ze stopniem ochrony IP54 i IP65, również w obudowach ze stali kwasoodpornej, przeznaczone dla przemysłu chemicznego i spożywczego. Uniwersalne uchwyty umożliwiają montaż w różnych konfiguracjach, z możliwością regulacji kąta nachylenia. □

Producent: SEM

www.sem.pl

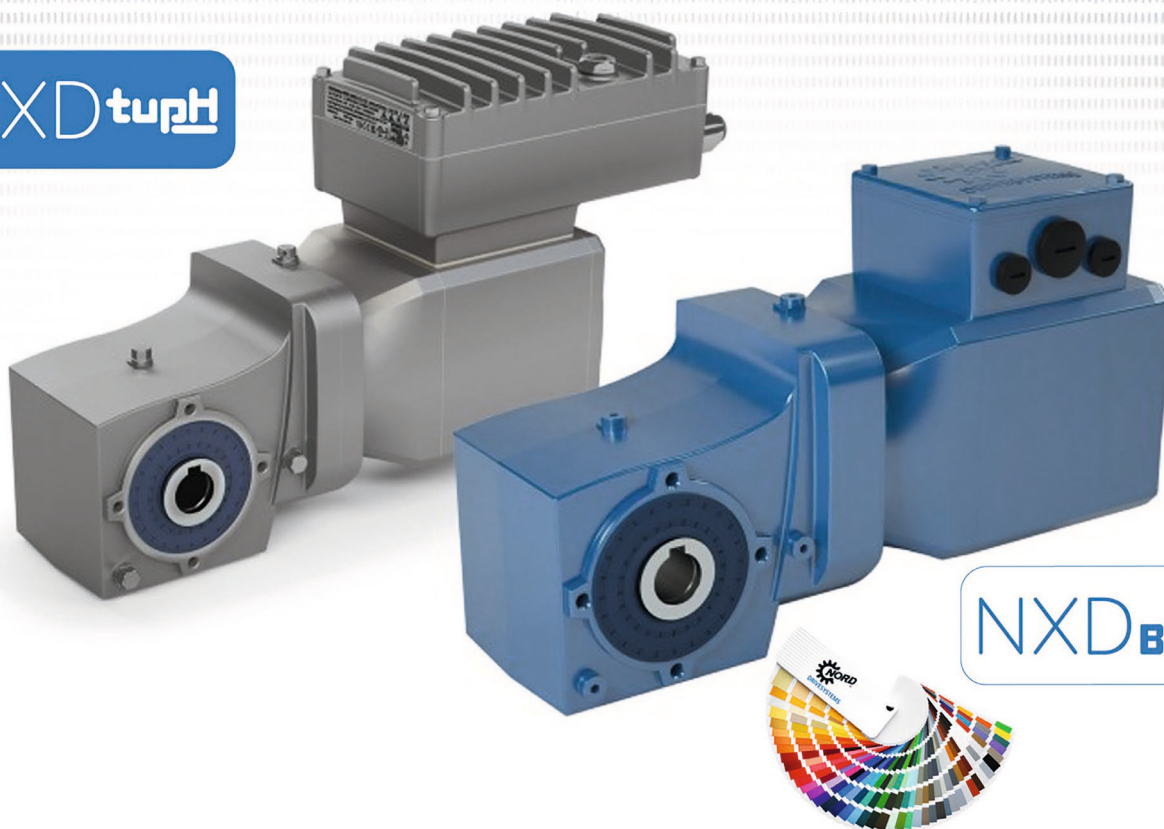


Reklama

**Wyświetlacze
Tablice LED
Liczniki**

Modbus RTU/TCP
IP-54 / 65

www.sem.pl

NXD **tupH**NXD **BASIC**

Napędy perfekcyjnie dostosowane do pakowania żywności

Zapewnienie wysokiej czystości urządzeń ze względów higienicznych i technologicznych jest absolutnie konieczne w procesach dozowania i pakowania żywności. Okresowe czyszczenie i sterylizacja, zwykle wykonywane w trakcie pracy, są kluczowym warunkiem, który zaostrza wymagania stawiane wobec stosowanej tu techniki napędowej. Oprócz konieczności utrzymywania czystości napędy często mają kontakt z substancjami agresywnymi, takimi jak kwasy i zasady. Światowy ekspert w dziedzinie technologii napędowej, firma NORD DRIVESYSTEMS, oferuje innowacyjne rozwiązania idealnie dostosowane do wymagań stawianych maszynom pakującym żywność.

Woparciu o sprawdzoną zasadę modułowości NORD opracował pełne portfolio gładkich napędów bez uźębrowania, obejmujące idealnie dopasowane komponenty mechaniczne i elektroniczne o szerokim zakresie momentów obrotowych i mocy. Na bazie kilkudziesięciu lat doświadczenia i współpracy z klientami z całego świata zaprojektowano szereg przekładni w korpusach odpornych na

korozję, odlewanych z aluminium i zoptymalizowanych do częstego zmywania. Napędy NORD o gładkich powierzchniach łączą właściwości materiałowe i konstrukcyjne oraz oferują wyjątkowe zalety. Aluminium, jako metal lekki, ma około trzykrotnie mniejszą gęstość niż stal, a co za tym idzie, mały ciężar ułatwiający montaż. Przewodność cieplna aluminium jest osiem razy większa niż przewodność

stali szlachetnej, co ułatwia chłodzenie układu. Specjalnie zaprojektowana konstrukcja samoodpływowa oznacza, że wszystkie przejścia między powierzchniami mają duże promienie, dzięki czemu ciecze mogą spływać w każdym położeniu montażowym i nie ma obszarów, w których mogłyby się zbierać i powodować korozję.

Analogicznie dostosowano również silniki do zastosowań spożywczych.

Zapewnienie wysokiej czystości urządzeń w procesach dozowania i pakowania żywności jest absolutnie konieczne. Okresowe czyszczenie i sterylizacja, często w trakcie pracy, zaostrzają wymagania wobec techniki napędowej.

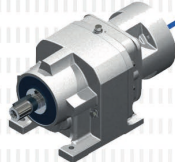
Niewentylowane silniki NORD IE5+ o gładkiej powierzchni osiągają wysoką wydajność w szerokim zakresie momentu obrotowego, dzięki czemu optymalnie nadają się do pracy w zakresie częściowego obciążenia. Dzięki pozbawionej żeber chłodzących konstrukcji można uniknąć gromadzenia się zarazków i skutecznie zapobiec ich rozprzestrzenianiu się przez strumienie powietrza chłodzącego. Najnowsza generacja silników NORD znacznie zmniejsza straty i osiąga sprawność znacznie przekraczającą

klasę sprawności IE5. Do swoich silników NORD oferuje również szybkozłączną ze stali nierdzewnej. Rozwiązanie to jest dostępne w wersji prostej lub kątowej i, dzięki technologii Plug-and-Play, ułatwia instalację oraz montaż silnika. Opcja ta zapewnia zasilanie, hamulec i termistor w jednym złączu. Oznacza to również oszczędność kosztów dzięki krótszemu przestojowi maszyny, brak konieczności ponownego okablowania skrzynki zaciskowej oraz mniejsze ryzyko wnikięcia wody po ponownym podłączeniu.

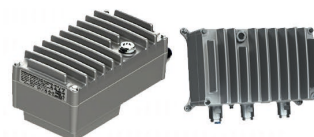
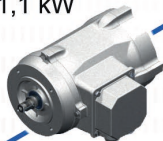
Dla przemysłu spożywczego i napojowego NORD opracował przetwornicę częstotliwości NORDAC ON PURE, wyposażając ją w specjalnie zaprojektowany korpus o łatwozmywalnym kształcie. Ta zdecentralizowana przetwornica częstotliwości spełnia szczególne wymagania transportu poziomego i jest zoptymalizowana do współpracy z silnikiem synchronicznym IE5+. Seria produktów charakteryzuje się zintegrowanym interfejsem Ethernet, bogatymi możliwościami podłączania i wyjątkowo kompaktową

Asortyment aluminiowych napędów NORD z gładką powierzchnią

Reduktory walcowe
NORDBLOC.1®
30 – 600 Nm
Przełożenie: 1 – 400:1

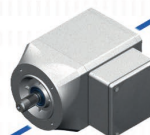
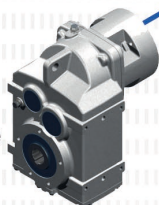


Silniki asynchroniczne IE3
0,12 – 1,1 kW



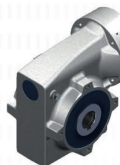
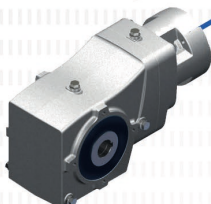
Zdecentralizowane
przetwornice częstotliwości
NORDAC ON PURE

Reduktory płaskie
NORDBLOC.1®
128 – 400 Nm
Przełożenie: 5 – 350:1



Silniki synchroniczne IE5+
0,35 – 2,2 kW

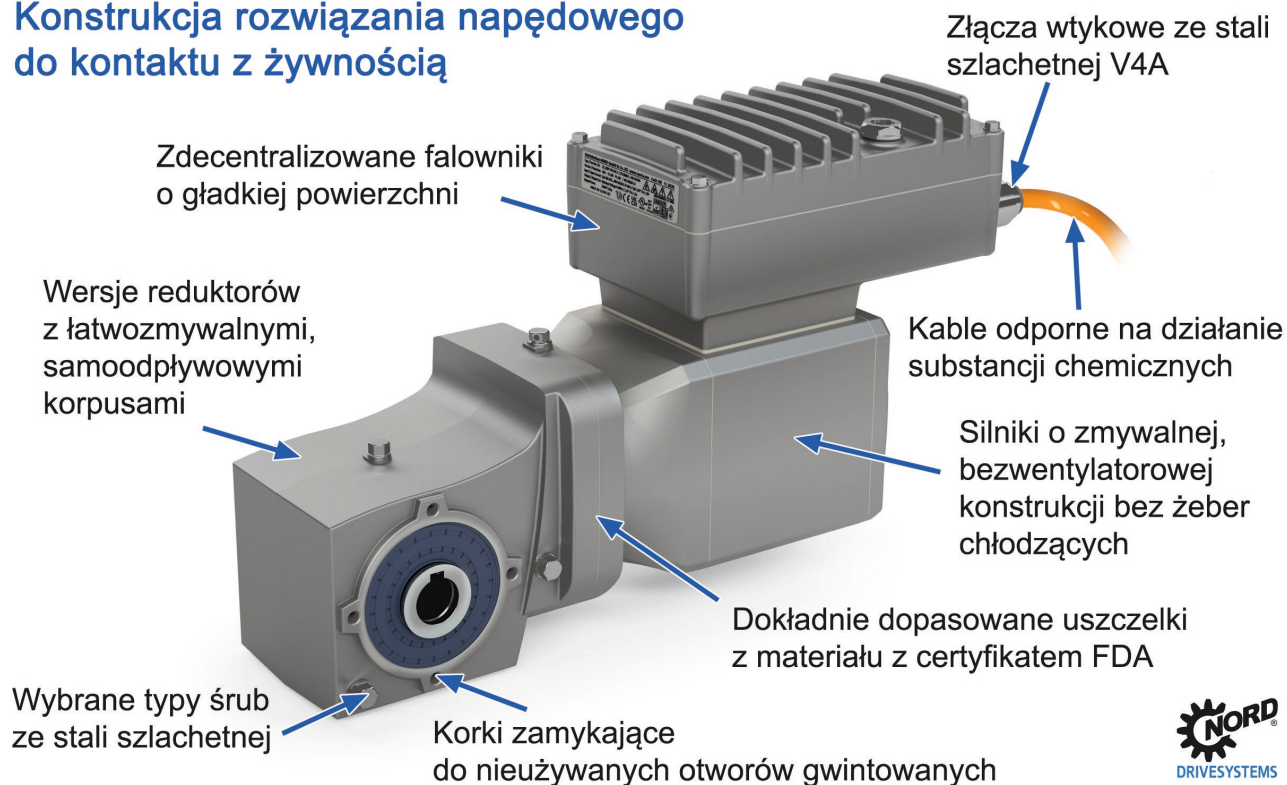
Reduktory walcowo-stożkowe
NORDBLOC.1®
50 – 600 Nm
Przełożenie: 3 – 70:1



Reduktory ślimakowe
UNIVERSAL SMI
21 – 400 Nm
Przełożenie: 5 – 3000:1



Konstrukcja rozwiązania napędowego do kontaktu z żywnością



konstrukcją. Falownik ten jest ekonomicznym rozwiązaniem Plug-and-Play dla środowisk IIoT.

Dodatkowo firma opracowała wyjątkowy system zabezpieczenia powierzchni aluminiowych przed korozją o nazwie NXD. Jest to powłoka ochronna stosowana przez NORD w przekładniach, gładkich silnikach oraz przetwornicach częstotliwości wykonanych z aluminium. Zapewnia użytkownikom ekonomiczną i efektywną alternatywę ochrony napędów

narażonych na działanie trudnych warunków środowiskowych. NXD zabezpiecza powierzchnie aluminiowe poprzez galwanizację, czyniąc je wyjątkowo odpornymi na korozję i zwiększając ich trwałość. Najnowsza generacja systemu ochrony powierzchni jest dostępna w dwóch wariantach: NXD Basic i NXD tupH. NXD tupH® to wariant bezpieczny dla żywności, w którym galwanizowana warstwa bazowa jest dodatkowo zabezpieczona uszczelniaczem. Proces

ten zapobiega łuszczeniu się powłoki i powstawaniu mikropęknięć, które mogłyby sprzyjać rozwojowi drobnoustrojów. Wariant ten zapewnia higieniczną ochronę powierzchni dla systemów pracujących w warunkach intensywnego czyszczenia. Dzięki temu napędy stają się odporne na działanie kwasów i zasad stosowanych w procesach mycia i dezynfekcji. Nawet w przypadku uszkodzenia warstwy bazowej nie dochodzi do odpajania cząstek, co sprawia, że powierzchnia NXD

Oprócz konieczności utrzymywania czystości napędy często mają kontakt z agresywnymi substancjami, takimi jak kwasy i zasady. NORD DRIVESYSTEMS oferuje rozwiązania dostosowane do tych warunków w maszynach pakujących żywność.

Niewentylowane silniki NORD IE5+ o gładkiej powierzchni zachowują wysoką sprawność w szerokim zakresie momentu, także przy częściowym obciążeniu. Brak żeber chłodzących ogranicza gromadzenie się i rozprzestrzenianie zarazków.

tupH® spełnia najwyższe standardy higieniczne i jest idealna do zastosowań w branżach wymagających ścisłej kontroli sanitarnej. Powłoka NXD tupH® spełnia wymagania FDA oraz Rozporządzenia (WE) nr 1935/2004, co czyni ją odpowiednią do kontaktu z produktami spożywczymi na niemal wszystkich kluczowych rynkach światowych. Jest idealna do stosowania w przetwórstwie artykułów spożywczych i napojów, w mleczarniach oraz przy produkcji farmaceutyków. Dzięki tej technologii napędy, które wcześniej musiały być regularnie wymieniane, teraz niezawodnie pracują przez wiele lat. Powierzchnie wykończone metodą NXD tupH® są wolne zarówno od chromianów, jak i od substancji PFAS. Zapewnia to naszym użytkownikom jeszcze większe bezpieczeństwo inwestycji.

Zatrudniającą ponad 4900 pracowników firma NORD DRIVESYSTEMS opracowuje, produkuje i sprzedaje technologię napędów od 1965 roku i jest światowym liderem wśród dostawców kompleksowych usług w branży. NORD posiada oddziały i partnerów handlowych w 80 krajach na całym świecie. Ta gęsta sieć sprzedaży i serwisu gwarantuje optymalną dostępność, umożliwiając krótkie terminy dostaw i obsługę zorientowaną na klienta. NORD produkuje bardzo zróżnicowaną gamę napędów dla momentów obrotowych od 10 Nm do 282 kNm, silniki elektryczne w zakresie mocy od 0,12 kW do 1 000 kW oraz przetwornice częstotliwości do 160 kW. NORD dostarcza projekty i rozwiązania specyficzne dla aplikacji, spełniające specjalne wymagania, takie jak napędy energooszczędne lub systemy

przeciwwybuchowe. Firma oferuje odpowiednią ochronę wszystkich swoich produktów – zawsze dokładnie dostosowaną do wymagań branżowych i higienicznych. Użycie zgodnych z wszelkimi normami lakierów, powłok i wykończeń powierzchni uodparnia produkty NORD na wpływy środowiska i chemikalia czyszczące. □



NORD Napędy Sp. z o.o.

Zakrzów 414, 32-003 Podłęże

tel. 12 288 99 00

fax 12 288 99 11

biuro@nord.com

www.nord.com

Reklama



Darmowa

e-prenumerata

Teraz możesz otrzymać pełny dostęp do kwartalnika „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie” w wersji cyfrowej – całkowicie za darmo.

» Więcej na **www.wdp.com.pl**

Płynny transport torebek ze zgrzewanymi krawędziami o różnych rozmiarach, do opakowań ponadgabarytowych włącznie

Nowy przenośnik taśmowy VarioFlow



Firma Bosch Rexroth rozszerza swój kompleksowy system przenośników VarioFlow o nowy wariant przenośnika taśmowego VarioFlow z powierzchnią o bardzo drobnych oczkach. Dzięki temu pakowane szybkozbywalne towary konsumpcyjne (FMCG) są transportowane w sposób delikatny i wydajny. Przenośnik VarioFlow doskonale uzupełnia dotychczasową ofertę systemów VarioFlow, przyspiesza prace inżynierskie i umożliwia dostosowanie przepływu materiałów do indywidualnych potrzeb.

Nowoczesny przenośnik taśmowy VarioFlow to samodzielny system przenośnikowy do elastycznego transportu produktów z branży FMCG, delikatnych produktów i różnorodnych przedmiotów. Ten modułowy system ma powierzchnię o bardzo drobnych oczkach, prawie całkowicie zamkniętą i gładką. Dzięki temu nadaje się do masowego transportu produktów niestabilnych lub umieszczonych w opakowaniach foliowych, np. małych torebkach ze zgrzewanymi krawędziami. Może być jednak również używany do przenoszenia dużych lub szerokich produktów, takich jak paczki ręczników papierowych lub

papieru toaletowego. Produkty, które są z natury stabilne, mogą nawet wystawać na boki w sekcjach poziomych. W odróżnieniu od konwencjonalnych systemów przenośników łańcuchowych, modułowe przenośniki taśmowe nadają się również do bezpośredniego przenoszenia głęboko tłoczonych plastikowych tacek, które zwykle mają delikatną powierzchnię styku.

Moduły podstawowe dostosowane do indywidualnych potrzeb – identyczne komponenty systemu

Przenośnik taśmowy VarioFlow jest wyposażony w taśmy modułowe

↑ Przenośnik taśmowy VarioFlow z powierzchnią o bardzo drobnych oczkach, prawie całkowicie zamkniętą i gładką, do zastosowań w branży FMCG oraz sektorze farmaceutyki / opieki zdrowotnej

Źródło: Bosch Rexroth AG

o standardowych szerokościach 406 i 608 mm. Skalowalne złącza krzyżowe umożliwiają również integracjom wprowadzanie niestandardowych szerokości taśm z identycznymi komponentami systemu. Podstawowe elementy modułowego przenośnika taśmowego obejmują jednostkę bazową napędu, jednostkę nawrotną, profil

Twoje wyzwania. Nasze rozwiązania. To nas napędza!



Szybkość, różnorodność, wydajność i precyzja.

Naszą misją jest dostarczanie najlepszych systemów transportowych dopasowanych do każdej aplikacji. Umożliwiamy korzystanie zarówno ze sprawdzonych w przemyśle standardów, jak i z innowacyjnych technologii. Niezależnie od tego, czy chodzi o ograniczoną przestrzeń, poprawę jakości procesów, zwiększenie wydajności czy wzrost rentowności – wszystko to łączymy w kompletne i dopasowane rozwiązania.

Systemy transferowe Bosch Rexroth to szeroki wybór rozwiązań oraz rozległy wachlarz zastosowań – od małych partii po duże wolumeny i w pełni zautomatyzowane linie z krótkimi czasami cyklu. Obsługują zarówno lekkie ładunki, jak i produkty przekraczające 1000 kg. Dzięki wysokiej elastyczności łatwo je dostosować do każdej aplikacji.

Skontaktuj się z nami, aby skonfigurować system dopasowany do Twoich potrzeb.



Dowiedz się więcej
- zeskanuj kod QR!

www.boschrexroth.pl

rexroth
A Bosch Company

sekcji oraz łuki pionowe i poziome. Umożliwiają one konstruowanie przenośników o długości do 30 m i układów z łukami po obu stronach oraz osiągnięcie prędkości przenoszenia do 40 m/min za pomocą jednego napędu. Jeśli chodzi o akcesoria, to w modelach VarioFlow plus i VarioFlow belt wykorzystano identyczne komponenty systemu, takie jak prowadnice produktu, zestawy nóg i zestawy napędowe.

Szybka konfiguracja i projektowanie za pomocą oprogramowania MTpro

MTpro, bezpłatne i intuicyjne oprogramowanie do projektowania systemów montażowych, pomaga

użytkownikom na różnych etapach, od wyboru i konfiguracji, po zamawianie produktów firmy Bosch Rexroth. Za pomocą kreatora można błyskawicznie tworzyć nawet najbardziej złożone konstrukcje i układy systemów. Zintegrowana funkcja oceny indywidualnej konfiguracji sprawia, że projekt nie musi być sprawdzany przez osobę trzecią, co jeszcze bardziej przyspiesza prace inżynierskie.

Szybka i prosta instalacja

Inteligentne rozwiązania przyspieszają również montaż poszczególnych sekcji przenośnika taśmowego. Przykładowo, liczba szyn ślizgowych, które trzeba zainstalować, jest mniejsza

w porównaniu ze standardowymi rozwiązaniami dostępnymi na rynku. Szyny ślizgowe są montowane z boku bez użycia nitów, dzięki czemu nie jest konieczna obróbka powierzchni bieżnej, a taśma VarioFlow pracuje niezwykle płynnie i zużywa się w bardzo niewielkim stopniu. □

Dowiedz się więcej
zeskanuj kod QR



www.boschrexroth.pl

Wspólne rozwiązanie Bosch Rexroth i Hitmark Robotics, to odpowiedź na potrzeby automatyzacji i zwiększenia wydajności paletyzacji w przemyśle spożywczym.

Zautomatyzowana paletyzacja w przemyśle spożywczym z wykorzystaniem systemu VarioFlow 320

Współczesna automatyzacja produkcji to nie tylko kwestia wydajności, ale także precyzji i delikatności w obchodzeniu się z produktami. Sektor spożywczy – ze względu na swoją specyfikę, obejmującą konieczność zachowania najwyższych standardów czystości i bezpieczeństwa – coraz częściej sięga po rozwiązania, które łączą efektywność z rygorystycznymi normami higieny oraz wymaganiami dotyczącymi ostrożnej manipulacji produktem.

Doskonałym przykładem takiego podejścia jest projekt zrealizowany przez Hitmark Robotics we współpracy z Bosch Rexroth – nowoczesna linia do paletyzacji produktów mleczarskich. Obie firmy stawiają na efektywną i niezawodną automatyzację. Połączenie doświadczenia, technologii i wspólnej wizji umożliwiło stworzenie aplikacji,

która realnie wspiera nowoczesne linie produkcyjne w branży FMCG.

VarioFlow 320 – bezpieczny transport dla branży spożywczej

W aplikacji wykorzystano niezależny system transportowy VarioFlow 320 z łańcuchem gładkim firmy Bosch

Rexroth. VarioFlow to nowoczesny i cichy modułowy system przenośników łańcuchowych, który doskonale sprawdza się w transporcie lekkich i średnich ładunków. Charakteryzuje się dużą elastycznością – uniwersalne głowice z modułowymi zestawami napędowymi umożliwiają swobodny wybór pozycji montażu silnika. Dzięki



↑ System transportowy VarioFlow 320 z łańcuchem gładkim

Źródło: Bosch Rexroth

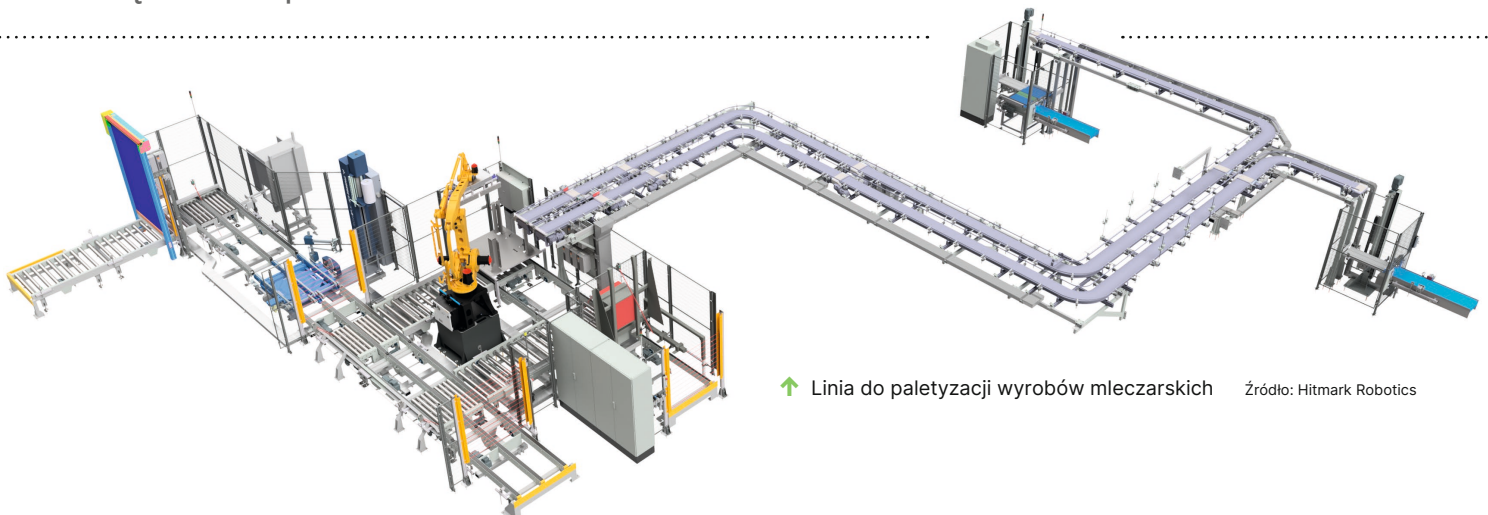
niskiemu tarciu system pozwala na tworzenie długich odcinków przenośnika z jednym napędem, co przekłada się na mniejsze zużycie, krótsze przestoje, niższe koszty eksploatacji i dłuższą żywotność. Dostępna jest szeroka gama wariantów wykonanych z aluminium i stali nierdzewnej,

w sześciu szerokościach (od 65 do 320 mm), z siedmioma rodzajami łańcuchów i prędkością transportu sięgającą 120 m/min.

VarioFlow zaprojektowany został z myślą o bezpiecznym transporcie wrażliwych produktów, dlatego idealnie sprawdza się w branżach takich

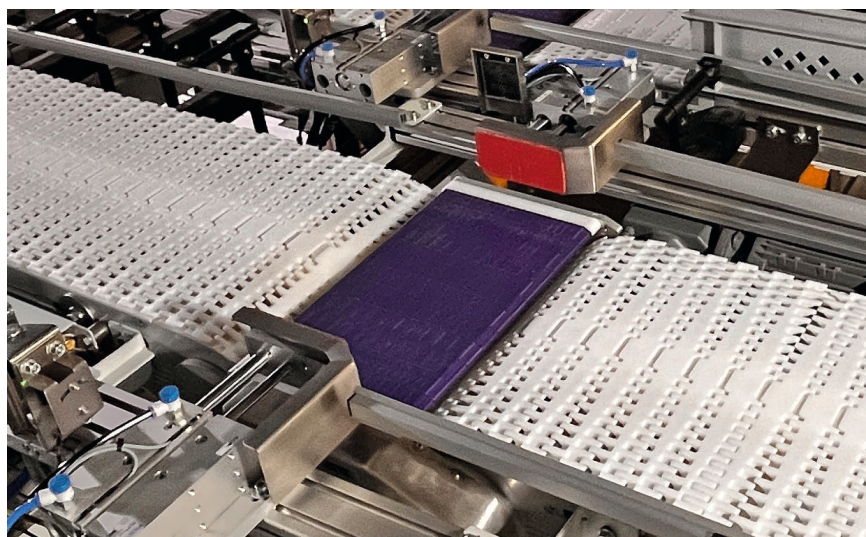
jak spożywcza, farmaceutyczna, opakowaniowa czy elektroniczna. System ten minimalizuje ryzyko uszkodzeń powierzchni, co w przypadku branży spożywczej – a szczególnie mleczarskiej – ma kluczowe znaczenie. Doskonale sprawdza się przy przenoszeniu zróżnicowanych elementów,

W aplikacji wykorzystano niezawodny system transportowy VarioFlow 320 z łańcuchem gładkim firmy Bosch Rexroth. VarioFlow to nowoczesny i cichy modułowy system przenośników łańcuchowych, który doskonale sprawdza się w transporcie lekkich i średnich ładunków.



↑ Linia do paletyzacji wyrobów mleczarskich

Źródło: Hitmark Robotics



↑ Aktywny mostek transportowy

Źródło: Bosch Rexroth

System ten minimalizuje ryzyko uszkodzeń powierzchni, co w przypadku branży spożywczej – a szczególnie mleczarskiej – ma kluczowe znaczenie. Doskonale sprawdza się przy przenoszeniu zróżnicowanych elementów, niezależnie od warunków środowiskowych i charakterystyki produkcji.

niezależnie od warunków środowiskowych i charakterystyki produkcji. VarioFlow zapewnia płynność pracy i wysoką niezawodność, jednocześnie skracając czas potrzebny na realizację zadań logistycznych.

W aplikacji zastosowano następujące produkty:

- 10 przenośników o łącznej długości ok. 57 metrów,
- 10 motoreduktorów SEW,
- 10 aktywnych mostków transportowych,
- aluminiowego jednoetapowego systemu obandowania z prowadzeniem na tworzywach ślizgowych.

Zautomatyzowane przygotowanie pakietów do paletyzacji

Firma Hitmark Robotics – będąca integratorem rozwiązań dla przemysłu – specjalizuje się w automatyzacji opartej

na robotach. Oferuje zrobotyzowane systemy paletyzacji, depaletyzacji oraz kompletacji, wzbogacone o zaplecze transportowe i sterujące. Zadaniem firmy w opisywanym projekcie, była integracja maszyn produkcyjnych z kompleksową paletyzacją produktu.

Wdrożenie zautomatyzowanego systemu przyniosło szereg istotnych korzyści. Przede wszystkim znacząco ograniczono ryzyko uszkodzenia produktów, co ma kluczowe znaczenie w przypadku delikatnych wyrobów mleczarskich. Dzięki podniesieniu transportu na wysokość 2,5 metra, zoptymalizowano wykorzystanie przestrzeni roboczej, zapewniając jednocześnie swobodę poruszania się personelu i wózków odpowiedzialnych za transport. Linia charakteryzuje się stabilnością i wydajnością, a dzięki modułowej konstrukcji, można ją łatwo rozbudować lub dostosować do zmieniających się wymagań produkcyjnych. Dzięki

integracji z autorskim systemem automatyki Hitmark Robotics, linia umożliwia ciągłe monitorowanie parametrów pracy oraz szybką zmianę formatu lub rodzaju opakowania bez przestojów. Proces przygotowania pakietów do paletyzacji odbywa się w pełni automatycznie, co usprawnia cały cykl pracy. System grupuje produkty i układa je zgodnie z wcześniej zdefiniowanym schematem. Całość systemu cechuje wysoka kultura pracy – nawet w trudnych warunkach przemysłowych.

Efektywność i elastyczność w służbie jakości

Zrealizowane rozwiązanie to przykład nowoczesnej, kompleksowej automatyzacji, która łączy precyzyjne technologie transportowe Bosch Rexroth z inteligentnym sterowaniem i integracją Hitmark Robotics. Dzięki przemysłowej architekturze linii, możliwe jest nie tylko delikatne obchodzenie się z wrażliwymi produktami, ale również szybkie dostosowanie się do zmiennych wymagań produkcyjnych – bez przestojów i kompromisów jakościowych.

To przykład synergii technologii, która realnie wspiera rozwój przemysłu spożywczego i wyznacza nowe standardy w automatyzacji procesów paletyzacji. □

Kontakt dla czytelników:

mgr inż. Jakub Koper

+48 22 738 19 39

jakub.koper@boschrexroth.pl

rexroth
A Bosch Company

Bosch Rexroth Sp. z o.o.

ul. Jutrzenki 102/104

02-230 Warszawa

+48 22 738 18 00

info@boschrexroth.pl

www.boschrexroth.pl



Efektywność i innowacja w Twojej firmie!



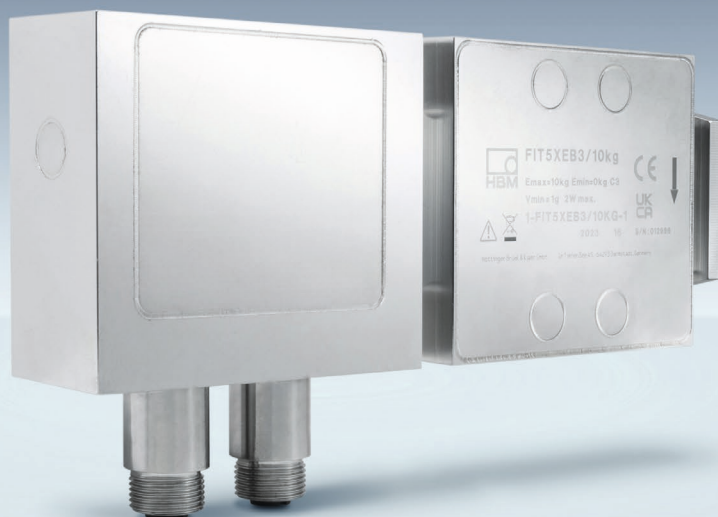
Szukasz sposobów na zwiększenie wydajności i redukcję kosztów?

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

WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE
kwartalnik techniczno-informacyjny

Zamów prenumeratę:
prenumerata@industriypublisher.com

www.wdp.com.pl



FIT5X

Ważenie dynamiczne w procesach napełniania i pakowania

Zapotrzebowanie na maszyny pakujące oraz wagi kontrolne rośnie na rynkach dynamicznie rozwijających się. Przemysł spożywczy to lukratywny obszar, który wymaga precyzyjnych i opłacalnych technologii. Nowe cyfrowe przetworniki wagi FIT5X umożliwiają producentom maszyn przekształcenie tego wyzwania w gotowe rozwiązania.

Dla producentów wag kontrolnych, maszyn pakujących, sortujących czy nalewarek, wymagania dotyczące produkcji żywności dynamicznie rosną. Stają oni przed wyzwaniami związanymi z wysoką precyzją oraz szybkością napełniania i pakowania, przy jednoczesnym utrzymaniu takich samych lub niższych kosztów.

Przetwornik wagi to kluczowy komponent w produkcji maszyn pakujących o wysokiej wydajności. Do niedawna producenci wag kontrolnych musieli polegać na przetwornikach opartych na elektromagnetycznej kompensacji siły (EMFC), by osiągnąć wysoką precyzję – jednak przy wyższych kosztach jednostkowych. Takie przetworniki nie spełniały wymogów rynków rozwijających się z uwagi na ich wysoki koszt i podatność na uszkodzenia.

Cyfrowe przetworniki wagi, bazujące na technologii tensometrycznej, stanowią znacznie bardziej opłacalną alternatywę i oferują dziś lepszą precyzję i szybkość. Inżynierowie działu badawczo-rozwojowego firmy HBM wyprzedzili technologię EMFC, opracowując specjalnie dostosowane przetworniki tensometryczne ze sztywnym korpusem sprężystym i zaawansowaną elektroniką. Nowe przetworniki FIT5X oferują znacznie większe możliwości w zakresie przetwarzania danych, precyzji i prędkości działania. Co istotne, zapewniają

Porównanie Technologii



Tradycyjna technologia EMFC

- ✗ Wysokie koszty zakupu i utrzymania.
- ✗ Niska odporność na przeciążenia.
- ✗ Wrażliwość na warunki środowiskowe.
- ✗ Skomplikowany proces integracji.



Nowoczesna technologia tensometryczna (FIT5X)

- ✓ Znaczne oszczędności kosztów.
- ✓ Ekstremalna wytrzymałość na przeciążenia.
- ✓ Odporność na trudne warunki zewnętrzne.
- ✓ Prosta i szybka integracja.

Kluczowe Zalety FIT5X



Oszczędność kosztów

Do 60% oszczędności w porównaniu z tradycyjną technologią EMFC. To inwestycja, która szybko się zwraca.



Wyjątkowa wytrzymałość

Ochrona przed przeciążeniem jest **10-krotnie wyższa** niż nominalne obciążenie, co minimalizuje ryzyko uszkodzeń.



Odporność na warunki zewnętrzne

W pełni hermetyczny korpus ze stali nierdzewnej, zgodny z normami **IP68/IP69K**, idealny do pracy w trudnych warunkach.



Łatwa integracja

Pełna kompatybilność z poprzednim modelem **FIT5A** ułatwia modernizację istniejących maszyn.



Dedykowane wsparcie

Do produktu dołączone jest bezpłatne oprogramowanie **PanelX** do łatwej regulacji i analizy danych.



Obszary zastosowania

Idealne dla producentów maszyn do pakowania, sortowania, dozowania oraz kontroli wagowej.

nawet do 60% oszczędności kosztów w porównaniu z przetwornikami opartymi na technologii EMFC.

Wprowadzenie przetwornika FIT5X opiera się na sprawdzonej konstrukcji FIT5A, zachowując jej kluczowe cechy, a jednocześnie oferując ulepszoną, bardziej wytrzymałą budowę mechaniczną. Spełniając wymagania klasy OIML C3, FIT5X oferuje imponującą 10-krotną ochronę przed przeciążeniem. Jego całkowicie hermetyczny korpus ze stali nierdzewnej (IP68/IP69K) został specjalnie zaprojektowany do zastosowań związanych z napełnianiem i dozowaniem cieczy.

Co ważne, FIT5X jest kompatybilny z dotychczasowymi instalacjami FIT5A, co umożliwia producentom maszyn płynne przejście bez potrzeby modyfikacji konstrukcji. Przetwornik FIT5A wyposażony jest w interfejsy RS485, CANopen i DeviceNet, co ułatwia integrację z nowoczesnymi systemami PLC. Rozważane jest również wprowadzenie interfejsu IO-Link.

Podstawowa różnica między FIT5X a jego poprzednikiem, FIT5A, polega na konstrukcji mechanicznej. W pełni

hermetyczna obudowa ze stali nierdzewnej eliminuje ryzyko gromadzenia się zanieczyszczeń w przestrzeni roboczej oraz przy ograniczniku przeciążeniowym, co mogłoby negatywnie wpłynąć na dokładność pomiaru. Dodatkowo, wbudowany algorytm napełniania/dozowania stanowi solidne narzędzie dla większości producentów tego typu maszyn.

Cyfrowe przetworniki wagi FIT5X to idealne rozwiązanie dla producentów maszyn pakujących, sortujących i wag kontrolnych – zarówno tych, którzy chcą zdobywać nowe, szybko rosnące rynki zbytu, jak i tych, którzy pragną zapewnić zgodność swoich produktów z dynamicznie zmieniającymi się wymaganiami. Potencjalne oszczędności mogą sięgać sześćo-, a w niektórych przypadkach nawet siedmiocyfrowych kwot rocznie.

Dedykowane, bezpłatne oprogramowanie PanelX umożliwia precyzyjną analizę i regulację wszystkich parametrów, a funkcje cyfrowych wejść/wyjść ułatwiają sterowanie procesem – czyniąc FIT5X rozwiązaniem dedykowanym producentom maszyn napełniających i dozujących. □

Reklama



HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH

WYŁĄCZNY
PRZEDSTAWICIEL
MARKI HBM NA
TERENIE POLSKI

BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI

ul. Krauthofera 16, 60-203 Poznań

tel./fax: 61 662 56 66

tel. kom. 501 607 400

info@hbm.com.pl

www.hbm.com.pl



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

Wagosuszarki serii MA 50.X7 w badaniach wilgotności ziaren jęczmienia i pszenicy

Anna Szafrńska, Sławomir Janas, Małgorzata Kowalska

1. Wprowadzenie

Rolnictwo jest jednym z ważniejszych filarów każdej gospodarki dostarczając wiele zróżnicowanych produktów dla szeroko rozumianego przemysłu. Znaczna część tych produktów jest gotowa do spożycia, ale niektóre z nich są przechowywane a następnie przetwarzane przechowywane, a następnie przetwarzane do innej postaci, adekwatnej dla późniejszego jego wykorzystania, tak jak np. ziarna zbóż. Niewątpliwie zboża są istotnym surowcem ze względu na możliwość ich wykorzystania w przemyśle spożywczym oraz w procesach przemysłowych takich jak produkcja spirytusu, słoðu, skrobi oraz żywienia zwierząt. Należy zauważyć, że obecnie popularne koncepcje zrównoważonego rozwoju, społecznie odpowiedzialnego biznesu wymuszają poszukiwania bardziej ekologicznych rozwiązań w ramach której dąży się do wykorzystania przetworzonych zbóż w produktach nieżywnościowych np. jako biodegradowalne wypełniacze produktów chemicznych lub w produkcji bioetanolu. Jakość ziaren zbóż jest mocno zależna od ich wilgotności, która musi być limitowana ze względu na możliwy rozwój mikroorganizmów takich jak np. pleśń. Jak wiadomo skup i obrót ziarnem odbywa się na podstawie ich masy, tak więc potencjalne niedostatki lub nadmiary wilgotności prowadzą do zysków lub strat. Wilgotność ziarna można określać

wieloma metodami technicznymi o różnym stopniu skomplikowania, ale każda z tych metod powinna finalnie dawać wynik dokładny. Takie podejście zaprezentowano w tej pracy porównując trzy metody badawcze wykorzystane w badaniach wilgotności jęczmienia i pszenicy.

2. Materiał

Materiał badawczy stanowiły próbki ziarna jęczmienia i pszenicy ze zbiorów 2022 roku, pobrane z 6 rejonów klimatyczno-uprawowych Polski według COBORU.

3. Metody pomiarowe

3.1. Metoda Near Infrared Transmission

Zawartość wilgoci oznaczono za pomocą analizatora ziarna XGrain, Infracont, który pracował z transmisją bliskiej podczerwieni (NIR). Metoda NIR to pośrednia, korelacyjna technika przewidywania stężenia wilgotności w ziarnach. Dokładność analizy uzyskuje się w efekcie modelowania regresji liniowej lub nieliniowej widm promieniowania NIR w odniesieniu do wyników wilgotności otrzymanych z uznanych metod referencyjnych. Wyniki wilgotności uzyskane metodą NIR przyjęto jako odniesienie referencyjne dla oszacowania dokładności metod GAC oraz MA 50.X7.



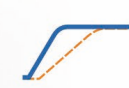
↑ Rys. 1. Wagosuszarka MA 50.X7 – podstawowe możliwości funkcjonalne



BAZA PRODUKTÓW



BAZA PROGRAMÓW SUSZENIA



AUTO 3



%M



LO / HI



NUMERIC
CODE
87652

BIAS VALUE
 $\bar{x}$ δ

DETAILS
OF THE
METHOD

3.2. Metoda wilgotnościomierza zbożowego

Metoda wilgotnościomierza tu typu GAC® 2100, Dickey-John®, wykorzystywała fakt iż istnieje określona zależność między zawartością wilgoci w ziarnie a jego stałą dielektryczną. Ta zależność jest opisana poprzez tzw. krzywą kalibracyjną, która jest dedykowana dla konkretnego typu ziarna.

3.3. Metoda wagosuszarki MA 50.X7

Metoda badania wilgotności z wykorzystaniem wagosuszarki MA 50.X7, to tzw. metoda ubytku masy. Podczas kontrolowanego ogrzewania próbki rejestrowany był ubytek jej masy aż do momentu osiągnięcia stałej masy próbki. Widok wagosuszarki MA 50.X7 pokazano na rysunku 1.

Na podstawie różnicy masy próbki wilgotnej oraz masy próbki suchej wilgotność była wyliczana według poniższej zależności.

$$\%W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100\%$$

gdzie

m_1 – masa próbki wilgotnej

m_2 – masa próbki suchej

4. Wyniki i dyskusja

Referencyjna wilgotność ziaren pszenicy pobranych z 6 rejonów uprawowych zawierała się w zakresie od 12.87% do 13.84% (met. NIR). Zbliżone wyniki wilgotności zarejestrowano także dla metody ubytku masy tj. MA 50.X7 oraz GAC. Miarą jednorodności wilgotnościowej ziaren w każdym rejonie uprawowym było odchylenie standardowe z serii pomiarów. Zauważono, że najlepszą jednorodność prezentowały ziarna pobrane z rejonu 2 oraz 3. W innych rejonach uprawowych rozbieżność wyników zawierała się w zakresie od 5.51% do 10.39 % wartości mierzonej (tabela 1). Zależności te zaobserwowano dla każdej z wykorzystywanych metod

Jakość ziaren zbóż jest mocno zależna od ich wilgotności, która musi być limitowana ze względu na możliwy rozwój mikroorganizmów takich jak np. pleśnie. Jak wiadomo skup i obrót ziarnem odbywa się na podstawie ich masy, tak więc potencjalne niedostatki lub nadmiary wilgotności prowadzą do zysków lub strat.

badawczych. Takie zależności mogą być efektem warunków klimatycznych w jakich odbywało się plonowanie.

Wilgotność ziarna jęczmienia określona metodą NIR zawierała się w zakresie 11.87÷13.71%, dla metody ubytku masy tj. MA 50.X7 od 12.15÷14.03%, a dla metody GAC od 11.86÷13.93%, tabela 2. Wykazany rozrzut wyników wilgotności dla każdej metody badawczej prowadzi do wniosku, iż zróżnicowanie wilgotnościowe ziaren jest cechą charakterystyczną rejonów uprawowych a nie efektem zastosowania różnych metod badawczych. To wskazuje jednoznacznie, że proces kondycjonowania zboża jest nieodzownym elementem w łańcuchu jego przetwarzania. Największe rozbieżności w jednorodności ziaren zarejestrowano dla rejonów uprawowych I, II, III, gdzie roczne opady deszczu w czasie wegetacji ziaren wynosiły tylko 400–500 mm. Podobne rozbieżności stwierdzono dla rejonu uprawowego numer 5 położonego w południowo-zachodniej Polsce gdzie dominuje teren górzysty. W tym rejonie suma rocznych opadów deszczu wyniosła około 600 mm.

↓ **Tabela 1.** Pszenica – zawartość wilgoci, błąd systematyczny i precyzja pomiaru metod NIR, MA, GAC

Rejon	Metoda NIR		Wagosuszarka MA 50.X7		Wilgotnościomierz zbożowy GAC		Błąd systemat. metody (%)	
	$\bar{x} \pm S$ (%)	P_{mv} (%)	$\bar{x} \pm S$ (%)	P_{mv} (%)	$\bar{x} \pm S$ (%)	P_{mv} (%)	MA	GAC
I	12,87±1,30	10,10	12,61±1,31	10,39	12,98±1,34	10,32	-0,26	0,11
II	13,28±0,44	3,31	13,00±0,37	2,85	13,23±0,55	4,16	-0,28	-0,05
III	13,43±0,24	1,79	12,17±0,36	2,96	12,24±0,40	3,27	-0,26	-0,19
IV	13,73±0,78	5,68	12,43±0,84	6,76	12,68±0,87	6,86	-0,29	-0,04
V	13,84±0,84	6,07	12,65±0,88	6,96	13,94±0,92	6,60	-0,19	-0,10
VI	13,03±0,83	6,37	12,71±0,70	5,51	13,05±0,91	6,97	-0,32	0,01

S – odchylenie standardowe jako precyzja pomiaru,

P_{mv} – precyzja pomiaru jako ułamek procentowy wartości mierzonej.

↓ **Tabela 2.** Jęczmień – zawartość wilgoci, błąd systematyczny i precyzja pomiaru metod NIR, MA, GAC

Rejon	Metoda NIR		Wagosuszarka MA 50.X7		Wilgotnościomierz zbożowy GAC		Błąd systemat. metody (%)	
	$\bar{x} \pm S$ (%)	P_{mv} (%)	$\bar{x} \pm S$ (%)	P_{mv} (%)	$\bar{x} \pm S$ (%)	P_{mv} (%)	MA	GAC
I	13,43±1,30	9,68	13,10±1,27	9,69	13,45±1,02	7,58	-0,33	0,02
II	13,34±1,08	8,10	13,15±0,81	6,16	13,48±0,89	6,60	-0,19	0,14
III	12,28±1,03	8,39	12,37±0,85	6,87	12,48±0,87	6,97	0,09	0,20
IV	12,20±0,58	4,75	12,28±0,36	2,93	11,86±0,75	6,32	0,06	-0,36
V	13,71±0,98	7,15	14,03±1,15	8,20	13,93±1,05	7,54	0,32	0,22
VI	11,87±0,33	2,78	12,15±0,11	0,50	11,63±0,45	3,87	0,24	-0,24

S – odchylenie standardowe jako precyzja pomiaru,

P_{mv} – precyzja pomiaru jako ułamek procentowy wartości mierzonej.

5. Podsumowanie i wnioski

Badanie wilgotności ziaren zbóż można wykonywać różnymi metodami, ale każda z nich powinna dawać wyniki dokładne, czyli takie które pokazują rzeczywistą wilgotność ziarna. Metoda NIR miała odniesienie normatywne EN 15948:2020 – *Cereals – Determination of moisture and protein – Method using Near-Infrared-Spectroscopy in whole kernels*. Standardem referencyjnym metody GAC był dokument ISO 7700-1:2008 *Food products – Checking the performance of moisture meters in use – Part 1: Moisture meters for cereals*. Należy wyraźnie stwierdzić, że dokładność tych metod jest istotnie zależna od współczynników korelacyjnych związanych z typem analizowanej próbki. Parametry metody wagosuszarkowej MA 50.X7 bazującej na ubytku masy zweryfikowano w efekcie walidacji względem uznanego standardu tj. PN-EN ISO 712:2012 *Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie wilgotności – Metoda odwoławcza*. Niewątpliwie zachowanie odpowiednich procedur badawczych jest gwarancją poprawności otrzymanych wyników, co autorzy uzyskali także w tym projekcie badawczym. Należy

zauważyć że uzyskane wyniki wilgotności zbóż w dużej mierze były zależne od warunków klimatyczno-uprawowych, ale pomimo tego na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że metody badawcze NIR/GAC/MA 50.X7 mogą być stosowane zamiennie. Niewątpliwie wymagana jest także minimalna wiedza w zakresie działania urządzeń pomiarowych oraz metod przygotowania próbki. Połączenie wiedzy z tych dwóch obszarów jest konieczne dla uzyskiwania wyników prawdziwych, które mogą być podstawą dla oceny jakościowej ziaren ale także wskazówką dla doskonalenia upraw prowadzonych w specyficznych obszarach klimatyczno-uprawowych. □

🔗 **Anna Szafrńska** – Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. W. Dąbrowskiego, PIB

🔗 **Sławomir Janas** – Centrum Metrologii Badań i Certyfikacji, Radwag Wagi Elektroniczne, e-mail: janas@radwag.pl

🔗 **Małgorzata Kowalska** – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego

Kompendium wiedzy i narzędzi dla branży opakowań

Opakowania.biz

Portal Opakowania.biz to specjalistyczny serwis internetowy skierowany do wszystkich uczestników rynku opakowań – od producentów, dystrybutorów i projektantów, przez firmy zajmujące się recyklingiem, po klientów końcowych i osoby zainteresowane tematyką opakowań. Jego misją jest dostarczanie aktualnych informacji, narzędzi i rozwiązań wspierających działalność w dynamicznie rozwijającym się sektorze opakowaniowym.

Katalog Firm i Produktów

Jednym z kluczowych zasobów portalu jest **rozbudowany Katalog Firm**, prezentujący setki sprawdzonych podmiotów z branży opakowań. Znaleźć w nim można producentów opakowań plastikowych, papierowych, szklanych, metalowych, a także dostawców maszyn pakujących, surowców czy rozwiązań ekologicznych. **Katalog Produktów** zawiera szczegółowe opisy oferowanych opakowań, komponentów i usług, co pozwala użytkownikom na szybkie porównanie i wybór odpowiednich rozwiązań.

Elektroniczne Zapytania Ofertowe (EZO)

Dzięki funkcji **Elektronicznych Zapytań Ofertowych (EZO)**, użytkownicy portalu mogą błyskawicznie wysyłać zapytania ofertowe do wielu firm

jednocześnie. To wygodne narzędzie pozwala zaoszczędzić czas, zautomatyzować proces pozyskiwania ofert oraz zapewnić szybki kontakt z potencjalnymi dostawcami.

Artykuły i nowości branżowe

Opakowania.biz to także wartościowe źródło wiedzy na temat rynku opakowań. W serwisie publikowane są artykuły eksperckie, prezentacje nowych produktów, analizy rynkowe oraz informacje o innowacjach technologicznych i trendach proekologicznych. Regularna lektura zapewnia dostęp do aktualnych informacji i inspiracji dla osób pracujących w branży.

Promocja Firm i Produktów

Portal stanowi również skuteczną **platformę promocji dla firm z sektora opakowań**. Obecność w katalogach,

możliwość publikacji ofert i informacji o produktach oraz opcje reklamy pomagają dotrzeć do nowych klientów i partnerów biznesowych. To narzędzie nie tylko informacyjne, ale i wspierające rozwój działalności komercyjnej.

Opakowania.biz to kompleksowy portal branżowy, który integruje kluczowe aspekty działalności związanej z opakowaniami. Dzięki obszernej bazie firm i produktów, praktycznym narzędziom jak EZO oraz dostępowi do najnowszych informacji z rynku, stanowi nieocenione wsparcie dla wszystkich uczestników tej branży. □



Reklama



opakowania.biz
 Portal branży opakowań

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



VERTICA.PL
 Technologie internetowe

Jak oprogramowanie do recepturowania czyni produkcję bezpieczniejszą i bardziej wydajną – niezależnie od branży

Współczesna produkcja przemysłowa stawia przed firmami coraz większe wymagania w zakresie precyzji, bezpieczeństwa oraz identyfikowalności. Niezależnie od tego, czy chodzi o żywność, kosmetyki, farmaceutyki czy chemię, kluczowe jest zapewnienie pełnej kontroli nad procesem dozowania składników. W odpowiedzi na te potrzeby firma Minebea Intec stworzyła ProRecipe XT – zaawansowane oprogramowanie do zarządzania recepturami, które łączy technologię ważenia z inteligentnym systemem sterowania.



↑ Oprogramowanie do recepturowania ProRecipe XT® spełnia najwyższe wymagania przemysłu farmaceutycznego

Cyfryzacja receptur – krok w stronę niezawodności

W tradycyjnych zakładach produkcyjnych wiele procesów dozowania odbywa się ręcznie, co zwiększa ryzyko błędów i utrudnia dokumentację. ProRecipe XT eliminuje te problemy, oferując intuicyjny interfejs, który prowadzi operatora krok po kroku przez cały proces. Wystarczy zeskanować etykietę surowca, by na ekranie pojawiły się dokładne dane dotyczące dozowania. Zmiana koloru informuje o osiągnięciu wymaganej ilości, a wszystkie dane są automatycznie zapisywane i przesyłane do systemu ERP.

Dzięki temu cały proces staje się cyfrowy, bezbłędny i oszczędza czas. Co więcej, ProRecipe XT umożliwia pełną identyfikowalność – od przyjęcia surowca, przez dozowanie, aż po gotowy produkt. To szczególnie istotne w branżach regulowanych, takich jak farmacja czy produkcja żywności.

Precyzja i elastyczność w każdej branży

ProRecipe XT sprawdza się zarówno przy małych partiach, jak i złożonych recepturach wieloskładnikowych. W produkcji kosmetyków umożliwia dokładne dozowanie składników aktywnych i bazowych, w farmacji – kontrolę nad substancjami czynnymi, a w branży spożywczej – precyzyjne odmierzanie składników w recepturach wypieków czy napojów.

System automatycznie przesyła dane o zamówieniach i partiach, a po zakończeniu procesu zwraca informacje o zużyciu i stanie magazynowym. Dzięki temu firmy zyskują aktualny przegląd zasobów, minimalizują błędy wprowadzania danych i zwiększają efektywność operacyjną.

Modułowość i skalowalność – rozwiązanie dla każdego

Jedną z największych zalet ProRecipe XT jest jego modułowa architektura. System można łatwo dostosować do potrzeb konkretnego zakładu – niezależnie od jego wielkości. Dzięki elastycznemu modelowi licencjonowania rozwiązanie jest dostępne zarówno dla małych firm, jak i globalnych producentów.

Oprogramowanie działa na różnych urządzeniach – od komputerów PC, przez tablety, po kontrolery wagowe Maxxis 5. Obsługuje wiele lokalizacji i użytkowników, a jego interfejs został zoptymalizowany pod kątem ekranów dotykowych, co ułatwia pracę operatorom.

Zintegrowane rozwiązania wagowe – fundament skuteczności

ProRecipe XT współpracuje z szeroką gamą precyzyjnych rozwiązań wagowych od Minebea Intec. Firma oferuje m.in. czujniki wagowe, wagi platformowe, zbiornikowe i silosowe, a także elektronikę wagową. Całość – od oprogramowania, przez sprzęt, po instalację i kwalifikację – dostarczana jest w ramach kompleksowej obsługi klienta.



↑ ProRecipe XT® to intuicyjny system zarządzania recepturami dla wszystkich ręcznych i półautomatycznych procesów recepturowania

Tam, gdzie wymagane są indywidualne rozwiązania, Minebea Intec oferuje dostosowanie systemu do konkretnych potrzeb. Dzięki temu każda firma może liczyć na spersonalizowane wsparcie i maksymalną efektywność.

Bezpieczeństwo, zgodność i dokumentacja

System spełnia rygorystyczne wymagania branżowe, w tym wytyczne FDA, normy GAMP oraz GMP (wchodzące w zakres GxP) oraz standardy IFS, co czyni go idealnym rozwiązaniem dla firm, które muszą zapewnić pełną zgodność

Reklama

z przepisami. ProRecipe XT umożliwia zarządzanie wersjami receptur, ich blokowanie i odblokowywanie, a także generowanie raportów i ścieżek audytu – wszystko w oparciu o bezpieczną bazę danych MS SQL.

Globalna jakość i doświadczenie

Minebea Intec to firma z ponad 150-letnim doświadczeniem, zatrudniająca ponad 1000 pracowników w 18 lokalizacjach na całym świecie. Jej produkty – od wag platformowych po systemy rentgenowskie – są synonimem niemieckiej jakości i innowacyjności. Marka jest częścią MinebeaMitsumi Group, globalnego producenta komponentów elektromechanicznych, który łączy zaawansowaną elektronikę z precyzyjną mechaniką. □

Minebea
intec
The true measure

Minebea Intec Poland sp. z o.o.

ul. Wrzesińska 70

62-025 Kostrzyn

tel. +48 61 656 02 98

biuro.pl@minebea-intec.com



Our Innweightion. Your Progress.

Nowa seria wag MiNexx®



Minebea
intec
The true measure

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

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

→ Stacja rozworkowywania z dozownikiem



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

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

↓ Specyfikacja techniczna wybranych modeli dozowników

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

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

- **przemysł tworzyw sztucznych**
 - podawanie pigmentów do mikserów,
 - podawanie granulatów do wylączarek,
 - dozowanie kredy jako wypełniacza,
 - dozowanie ścierek do głównej linii produkcyjnej;
- **przemysł spożywczy**
 - podawanie dodatków smakowych, zapachowych, napełnianie słoików, torebek, worków,
 - posypywanie ziołami produktów,
 - wypełnianie worków, torebek mlekiem w proszku;
- **przemysł chemiczny**
 - dozowanie chemikaliów do procesów;
 - **przemysł lakierniczy**
 - dozowanie pigmentów;
 - **przemysł kosmetyczny**
 - dozowanie dodatków do procesu;
- **przemysł szklarski**
 - podawanie glinki, emalii, barwników;
- **przemysł farmaceutyczny**
 - dozowanie produktów wg receptury,
 - wypełnianie produktów sterylnych;

- **przemysł gumowy**
 - dozowanie wg receptury;
- **inne**
 - dozowanie tonerów do kopiarek,
 - dozowanie żwiru.

Zalety dozowników oferowanych przez firmę BRINPOL:

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

BRINPOL
SINCE 1994

Przedsiębiorstwo Handlowo-Usługowe

BRINPOL Jarosław Brinken

ul. Królewska 35, 05-502 Bogatki

tel. 22 757 36 51, tel. kom. 501 041 986

e-mail: brinpol@brinpol.com.pl

www.brinpol.com.pl

Reklama

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

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

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

Zalety dozowników oferowanych przez firmę BRINPOL:

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

BRINPOL
SINCE 1994

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





← Automatyzacja podawania karmy na fermach produkcji BEST FEEDER z silnikiem BESEL S.A. – Cantoni Group

Silniki elektryczne jako nieodłączny element automatyzacji procesów produkcyjnych

 Zbigniew Damm

Szeroko pojęta branża spożywcza to wciąż bardzo szybko rozwijająca się gałąź przemysłu. W czasach, gdy koszty wytworzenia stanowią często „być albo nie być” dla producentów, coraz bardziej znaczącą rolę odgrywa automatyzacja procesów wytwórczych. Jej nieodłącznym elementem jest komponent wprawiający w ruch, którego podstawą jest silnik elektryczny.

Ostatnie lata w tym obszarze można uznać za przełomowe. Popularyzacja układów sterowania, szczególnie tych uwzględniających regulację prędkości obrotowej, sprawiła, że możliwości zastosowania silników elektrycznych zwiększają się bardzo szybko. Wzrastają możliwości, ale i wymagania stawiane całemu napędowi oraz ich poszczególnym elementom.

Dominują przede wszystkim napędy wykorzystywane w transporcie. Napędy stosowane w transporcie wewnątrzzakładowym, pomiędzy procesami, nie różnią się zbyt od napędów stosowanych w innych branżach. Jest jednak jedna cecha, która jest dla branży spożywczej bardzo specyficzna. Chodzi o kwestię higieny i ogólnego utrzymania czystości w procesie.



↑ Silnik ze stali nierdzewnej do branży spożywczej produkcji BESEL S.A. – Cantoni Group

W takich przypadkach napędy stosowane w transporcie żywności muszą charakteryzować się możliwością łatwego czyszczenia, a nawet bezpośredniego mycia. Stąd wykorzystanie stali nierdzewnej jako elementu obudowy silników, a także unikanie skomplikowanych, wielopłaszczyznowych konstrukcji. Upraszczając: silnik powinien być gładki, odporny na korozję, szczelny, a jego parametry dostosowane do ograniczonych warunków chłodzenia (brak żeber radiacyjnych).

Środowisko w zakładach produkcji żywności często nie jest najkorzystniejsze dla elementów standardowo stosowanych jako obudowy silników elektrycznych. Szczególnie w przypadkach hodowli zwierząt, gdzie instalacje mogą mieć styczność choćby z agresywnymi chemicznie czynnikami (np. odchody zwierząt). W takich przypadkach zabezpieczenia antykorozyjne i elementy uszczelniające wewnątrz silnika odgrywają kluczową rolę. Możliwe jest także w razie konieczności zastosowanie specjalnego malowania (epoksydowe) lub galwanizowania (np. cynkowanie).

Innym sposobem na zabezpieczenie napędu przed szkodliwym działaniem otoczenia może być zamknięcie silnika w obudowie urządzenia. Temat wymaga najczęściej ścisłej współpracy producenta napędu z producentem aplikacji, ponieważ silnik musi „wpasować się” w urządzenie bądź dział rozwoju produktu już na etapie projektowania musi przewidzieć, ile miejsca zajmie napęd. W tym przypadku, nawet bardziej niż przy silnikach bez radiatora, istotne jest zapewnienie odpowiedniej rezerwy cieplnej obwodu elektromagnetycznego lub też dodatkowego chłodzenia. Silnik zamknięty w szczelnej obudowie nie ma bezpośredniego chłodzenia powietrzem. Nawet zastosowanie przewietrznika pozwala jedynie na mieszanie nagrzanego powietrza wewnątrz obudowy. Przykład takiej aplikacji stanowić może krawalnica firmy „MaGa” z Bydgoszczy, z silnikiem BESEL S.A. zabudowanym wewnątrz obudowy. Pewną zaletą może być brak konieczności wyposażenia silnika w obudowę własną (korpus) czy stosowanie własnego wentylatora, co czasem może wpłynąć na optymalizację kosztów produkcji.



↑ Krawalnica firmy MaGa
z silnikiem BESEL S.A. –
Cantoni Group

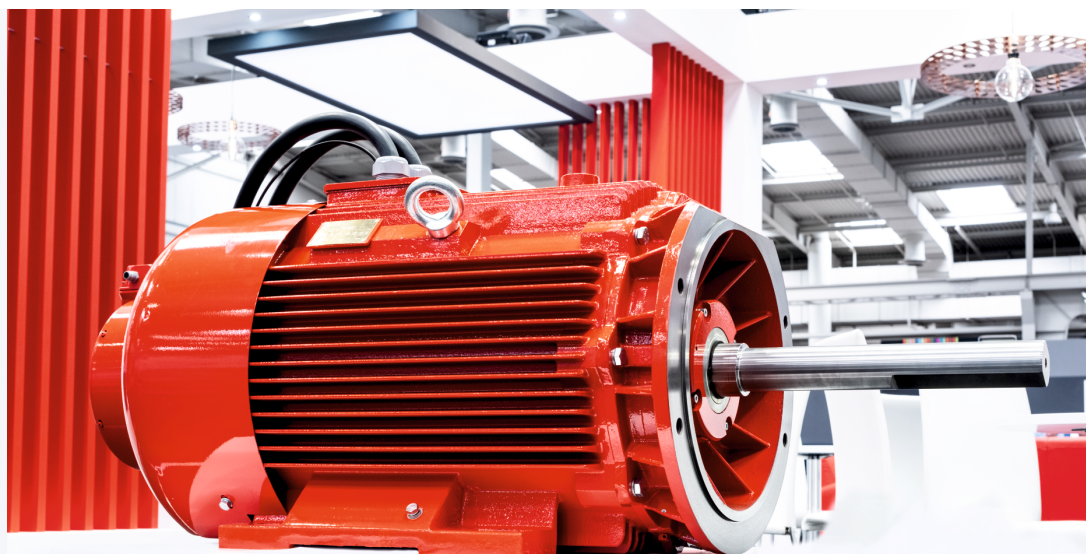
Na wstępie wspomniana została coraz większa popularność napędów z użyciem przemiennika częstotliwości. Takie rozwiązanie pozwala na dostosowanie prędkości obrotowej silnika do rzeczywistych potrzeb aplikacji w danym momencie. Może też redukować negatywny wpływ bezpośredniego rozruchu (soft-start) oraz daje możliwość wykorzystania wielu opcji dodatkowych, w które komercyjne przemienniki są wyposażone (zabezpieczenia, sygnalizacje, zdalne sterowanie). Nie wszystkie przemienniki spełniają wysokie wymagania panujące w obszarach związanych z przetwarzaniem żywności (odporność na czynniki chemiczne, stopień ochrony IP itp.), stąd czasem konieczność zintegrowania ich z obudową silnika, czyli upraszczając, zamknięcie przemiennika w obudowie silnika spełniającej wcześniej wspomniane wymagania.

Reklama

Cantoni[®]
GROUP

www.cantonigroup.com

SILNIKI ELEKTRYCZNE
0,04 kW - 7000 kW
w tym silniki
dla przemysłu spożywczego



Silnik w klasie sprawności IE4 z chłodzeniem obcym dla przemysłu spożywczego (przetwórstwo mięsne)





↑ Silnik z zabudowanym przemiennikiem częstotliwości produkcji BESEL S.A. – Cantoni Group

Przemienniki częstotliwości niosą jednak ze sobą szereg nie dających się pominąć zagrożeń dla samych silników. Regulacja napięcia wpływa na skuteczność własnego chłodzenia silnika. Jakość napięcia zasilającego, o ile nie stosuje się specjalnych, a co za tym idzie kosztownych filtrów, jest znacząco niższa niż napięcia w sieci, wpływając tym samym na parametry silnika. Największym z zagrożeń jest jednak zjawisko powstawania pików przepięciowych, a w konsekwencji wyładowań niepełnych w uzwojeniach silników zasilanych z falowników. Wyładowania te degradują stopniowo izolację elektryczną uzwojeń, finalnie powodując awarie. Niestety, falownik nie jest tanim elementem, a co za tym idzie, w niektórych przypadkach poszukuje się rozwiązań „budżetowych”. Z naszego (BESEL S.A.) doświadczenia wynika, że im prostszy, a co za tym idzie tańszy przemiennik, tym gorsza jakość napięcia zasilającego podawanego na silnik oraz większa podatność napędu na występowanie wspomnianych wyładowań niepełnych. Zjawisko to potęguje stosowanie długich przewodów zasilających pomiędzy przemiennikiem a silnikiem, akumulujących energię rozładowywaną w postaci pików przepięciowych. Rozwiązań wspomnianych problemów jest wiele: od skracania odległości pomiędzy przemiennikiem a silnikiem, stosowanie filtrów du/dt (kosztownych), po wzmacnianie układów izolacyjnych silników oraz wszelkie kombinacje powyższych. Odporność układu izolacyjnego na piki przepięciowe i powstające w związku z nimi wyładowania niepełne określa się poprzez klasy IVIC wg normy IEC 60034-18-41. Im dalsza literka w alfabecie, tym wyższa klasa odporności.

W ostatnich latach niezwykle istotnym parametrem stała się efektywność energetyczna (sprawność). Z jednej strony na producentów silników podnoszenie energooszczędności

ich wyrobów wymusza Unia Europejska poprzez odpowiednie regulacje definiujące minimalne klasy sprawności, jakie muszą spełniać silniki. Z drugiej strony, końcowi użytkownicy większy nacisk kładą na zużycie jakże kosztownej energii elektrycznej w swoich przedsiębiorstwach. Nie do pominięcia jest także coraz większa dbałość o środowisko naturalne. Oczywiście, tu też otwiera się pole do tzw. indywidualizacji napędu, bo przecież zużycie energii najbardziej istotne jest w napędach pracujących ciągle lub co najmniej długotrwale, a także tam, gdzie napędów jest wiele, stanowiąc znaczący udział w zużyciu energii. Co do napędów wykorzystywanych krótkotrwale, sporadycznie, ważne są inne parametry (moment obrotowy, rozruchowy, maksymalny, temperatura na obudowie i wiele innych), a nie zużycie energii podczas tej krótkiej chwili pracy.

Wszystkie wyżej opisane cechy silników elektrycznych stosowanych w szeroko pojętej branży spożywczej wskazują na jeden element, który może okazać się bardzo istotny przy projektowaniu urządzeń i doborze odpowiedniego napędu. Jest to współpraca pomiędzy końcowym użytkownikiem, producentem aplikacji oraz producentem napędu (w tym silnika). Tylko właściwy przepływ informacji o faktycznych wymaganiach w miejscu zainstalowania pomiędzy wspomnianymi stronami pozwala na optymalny dobór napędu. I tu pojawia się przewaga rodzimych producentów tego typu urządzeń. Będąc polskim producentem i posiadając odpowiednie zasoby (dział rozwoju i serwisu na miejscu) BESEL S.A. wielokrotnie uczestniczył w fazie projektowania, wdrażania urządzeń z produkowanymi w swojej fabryce silnikami, a także zawsze oferuje wsparcie techniczne na różnych etapach użytkowania swoich napędów. Korzystając z wielu dekad doświadczeń BESEL S.A. (powst. 1950 r.) oraz indywidualizowanych rozwiązań nie tylko wspieramy rodzimy przemysł, ale mamy szansę otrzymać produkt doskonale dopasowany do wymagań danej aplikacji, co finalnie zaowocuje satysfakcją końcowego użytkownika, a przecież na tym opiera się każdy biznes. □

👤 **Zbigniew Damm**, przeszło 20 lat doświadczenia w zakresie produkcji silników elektrycznych. Obecnie w randze Dyrektora Handlowego i Dyrektora Produkcji BESEL S.A.

Cantoni®
GROUP

CANTONI MOTOR SA

ul. 3 Maja 28

43-400 Cieszyń

tel. 33 813 87 00

fax 33 813 87 01

motor@cantonigroup.com

www.cantonigroup.com

Nowa era opakowań dla farmacji i kosmetyki:

Cosmo Pharm Pack 2025

Beata Pyś-Skrońska

Opakowania odgrywają kluczową rolę nie tylko w ochronie produktów, ale także w ich marketingowym sukcesie. W branży farmaceutycznej i kosmetycznej jest to szczególnie ważne, gdyż odpowiednie opakowanie zabezpiecza zawartość przed zniszczeniem, pomaga we właściwej aplikacji produktu, a także pełni funkcję komunikacyjną, wyróżniając produkt na tle konkurencji.

Rosnąca rola opakowań w branży kosmetycznej i farmaceutycznej była impulsem dla Ptak Warsaw Expo do zorganizowania w dniach 4–6 września 2025 roku w Nadarzynie pierwszej edycji targów poświęconych opakowaniom dla tych sektorów – Cosmo Pharm Pack. Wydarzenie stanowiło platformę wymiany wiedzy, a także umożliwiło zaprezentowanie najnowszych technologii i innowacyjnych rozwiązań opakowaniowych.

Na targach zaprezentowano szeroką gamę produktów i usług przeznaczonych dla branży farmaceutycznej i kosmetycznej. Wśród wystawców znalazła się również Polska Izba Opakowań, której stoisko stało się przestrzenią prezentacji najnowszego numeru kwartalnika *Ważenie, Dozowanie, Pakowanie*. Zwiedzający mogli zapoznać się z najnowszym numerem, przeglądając go w komfortowych warunkach strefy networkingowej lub zabierając egzemplarz do domu, by być na bieżąco z trendami i rozwiązaniami w branży opakowań.



Drugiego dnia targów szczególną uwagę przyciągnęła konferencja zorganizowana przez Klaster Creative Packaging Group. W trakcie prezentacji rozmawiano m.in. o inteligentnych butelkach PET, regulacjach prawnych w Unii Europejskiej i w Polsce, marketingu i sprzedaży opakowań oraz o ekologicznych opakowaniach tekturowych. Poruszono także kwestie związane z przyszłością rynku opakowań oraz technologiami, które

pomagają sprostać rosnącym wymaganiom w zakresie ochrony środowiska i efektywności.

Cosmo Pharm Pack to wydarzenie, które potwierdza, jak istotną rolę odgrywają innowacje w branży opakowań kosmetycznych i farmaceutycznych. Targi były zatem doskonałą okazją do poszerzenia wiedzy, nawiązania nowych kontaktów, zaprezentowania nowoczesnych rozwiązań i dyskusji o przyszłości branży opakowaniowej. □



TAROPAK 2025 – przyszłość opakowań i innowacji w jednym miejscu

Najbliższa edycja Międzynarodowych Targów Techniki Pakowania i Etykietowania TAROPAK odbędzie się w dniach 24–26 września 2025 roku, równoległe z targami POLAGRA.

Wydarzenie, jak co roku, zostanie zorganizowane na Międzynarodowych Targach Poznańskich.

TAROPAK to trzy dni intensywnych spotkań, premier rynkowych i prezentacji najnowszych rozwiązań w dziedzinie opakowań i etykietowania. W ostatnim tygodniu września Poznań ponownie zgromadzi kluczowych graczy tej dynamicznie rozwijającej się branży.

TAROPAK – pełne spektrum branży opakowaniowej

Targi TAROPAK to wyspecjalizowane i kompleksowe wydarzenie, dedykowane wszystkim gałęziom gospodarki, które w codziennej działalności wykorzystują opakowania. W Poznaniu spotykają się przedstawiciele takich branż jak: spożywcza, kosmetyczna, farmaceutyczna, meblarska, motoryzacyjna czy ogrodnicza.

Tegoroczna edycja targów odbędzie się równoległe z targami POLAGRA – prawdziwym świętem polskiej branży spożywczej, co stworzy uczestnikom jeszcze więcej okazji do nawiązywania kontaktów i wzmacniania relacji biznesowych.

TAROPAK obejmuje szerokie grono wystawców – od producentów maszyn do pakowania i produkcji opakowań, przez wytwórców opakowań gotowych, wykorzystywanych w różnych sektorach gospodarki, aż po dostawców nowoczesnych rozwiązań magazynowych i producentów innowacyjnych etykiet.

TAROPAK to nie tylko przestrzeń ekspozycyjna – to również platforma wymiany wiedzy, miejsce inspirujących rozmów oraz premier rynkowych, które wyznaczają kierunki rozwoju całej branży opakowaniowej.

E-commerce pod lupą – konferencja TAROPAK E-commerce

Targom towarzyszy konferencja TAROPAK E-commerce, która w tym roku odbędzie się już po raz piąty! W dobie rosnącej roli sprzedaży internetowej kwestie związane z logistyką, opakowaniami i zrównoważonym rozwojem stają się kluczowe dla firm działających w tym sektorze. Podczas wydarzenia poruszone zostaną aktualne trendy, wyzwania i innowacyjne rozwiązania w zakresie opakowań dedykowanych sprzedaży online. Konferencja stanie się przestrzenią do wymiany doświadczeń, inspiracji i poszukiwania nowych



Fot: Fotobueno



Fot: Fotobueno

kierunków rozwoju, zarówno dla producentów opakowań, jak i przedstawicieli branży e-commerce.

Konferencja TAROPAK E-commerce to doskonałe miejsce do dzielenia się wiedzą i inspiracjami, a także budowania nowych kontaktów i relacji.

Zachęcamy do zapisania nowej daty – **24–26 września 2025 roku** – w kalendarzach i już dziś zapraszamy do udziału w kolejnej edycji Targów TAROPAK.

TAROPAK to doświadczenie, marka, skuteczność.

Więcej: www.taropak.pl

ZAPRASZA

mtp
GRUPA

TAROPAK

Międzynarodowe Targi Techniki Pakowania i Etykietowania

24-26.09.2025

LOKALIZACJA:



Międzynarodowe
Targi Poznańskie

OPAKUJEMY KAŻDĄ BRANŻĘ!

Dowiedz się więcej:



taropak.pl



„Musimy być szybsi niż zmiany”

– rozmowa z Krzysztofem Niczyporukiem, Prezesem Polskiej Izby Opakowań

Rozmawiała: Damaris Jeż

Damaris Jeż: – Panie Prezesie, Pana zaangażowanie w rozwój branży opakowaniowej jest imponujące. Czym aktualnie się Pan zajmuje?

Krzysztof Niczyporuk: – Rzeczywiście trochę się dzieje. Na co dzień prowadzę firmę Druk Serwis 24, działam jako biegły sądowy i rzeczoznawca. Z wykształcenia jestem inżynierem, ale z biegiem lat skierowałem się w obszar opakowań i zarządzania. Od lat łączę doświadczenie przemysłowe z aktywnością organizacyjną – jestem członkiem zarządu głównego SIMP (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich), a od dwóch lat pełnię funkcję Prezesa Polskiej Izby Opakowań. Bliskie są mi tematy bezpieczeństwa produktów, identyfikacji i znakowania opakowań, automatyzacji oraz rozwoju innowacyjnych i ekologicznych rozwiązań.

D.J.: – Gdyby miał Pan opisać PIO jednym zdaniem – co by to było?

K.N.: – To organizacja, która integruje środowisko branży opakowań, wspiera jego rozwój poprzez edukację, wymianę informacji i dostosowanie firm do zmieniających się warunków rynkowych oraz regulacyjnych.

D.J.: – Co to oznacza w praktyce?

K.N.: – Wspieramy firmy w transformacji, ponieważ firma, która przestaje się rozwijać, wkrótce przestaje istnieć. Nasze działania skupiają się na edukacji, dostępności do wiedzy, wymianie doświadczeń. Równolegle staramy się też przybliżać branżę opakowań do rynku – pomagamy dopasowywać produkty i procesy, by były maksymalnie efektywne i zgodne z przepisami, ale też z oczekiwaniami konsumentów.

D.J.: – Jakie inicjatywy edukacyjne prowadzi PIO?

K.N.: – Edukacja to fundament. Prowadzimy szeroką działalność: od Kongresu Przemysłu Opakowań i konferencji „Modern Packaging”, przez webinary i seminaria, po



↑ Krzysztof Niczyporuk, Prezes Polskiej Izby Opakowań

ogromny projekt szkoleniowy „Future Skills” – obejmie on ok. 2000 uczestników z branży. Współpracujemy z uczelniami (m.in. z Politechniką Warszawską, Wyższą Szkołą Logistyki w Poznaniu, Uniwersytetem Ekonomicznym w Poznaniu oraz Politechniką Śląską) jak również z Łódzkim Instytutem Technologicznym Sieci Badawczej Łukasiewicz czy z Polską Akademią Nauk, ale szczególnie zależy mi na wsparciu szkolenictwa średniego

Wspieramy firmy w transformacji, ponieważ firma, która przestaje się rozwijać, wkrótce przestaje istnieć. Nasze działania skupiają się na edukacji, dostępności do wiedzy, wymianie doświadczeń. Równolegle staramy się też przybliżać branżę opakowań do rynku – pomagamy dopasowywać produkty i procesy, by były maksymalnie efektywne i zgodne z przepisami, ale też z oczekiwaniami konsumentów.

D.J.: – Dlaczego?

K.N.: – Ponieważ właśnie tam kształci się kadra techniczna, która trafia do firm. Dlatego współtworzymy Branżowe Centrum Umiejętności. W połowie czerwca uczestniczyliśmy w otwarciu tego rodzaju inicjatywy – Branżowego Centrum Umiejętności przemysłu szklarskiego w Malinowie. Jako PIO opiekujemy się w tym projekcie obszarem rozwoju kwalifikacji zdobnika szkła (kwalifikacji, która zostanie wpisana do Zintegrowanego Systemu Kształcenia). Centrum planuje przeszkolić co najmniej 210 osób – w tym uczniów, studentów i nauczycieli kształcenia zawodowego – a później służyć całej branży w tym kształceniu dorosłych.

Przemysł opakowań szklanych to ważny reprezentant naszego rynku opakowań, liczymy na jego dalszy rozwój dzięki działaniom wspomnianego Centrum. To realna odpowiedź na potrzeby rynku.

D.J.: – Jak wygląda współpraca nauki z biznesem?

K.N.: – Nauka potrzebuje projektów badawczych i punktów, a przemysł – wydajności i zysków. Nie zawsze jest to łatwe do pogodzenia. My staramy się łączyć te światy. Innowacje nie mogą kończyć się w laboratorium – muszą być implementowane. A to wymaga kompromisów i wzajemnego zrozumienia.

D.J.: – Jakie dziś są największe wyzwania dla branży?

K.N.: – Bez wątpienia unijne regulacje, szczególnie rozporządzenie PPWR (*Packaging and Packaging Waste Regulation*). To nie tylko wyzwanie, ale i szansa. Daje spójne ramy, które mają uporządkować rynek m.in. zasady ekoprojektowania czy jednolite oznaczenia ułatwiające recykling.

D.J.: – Czy jesteśmy gotowi na design for recycling?

K.N.: – Jeszcze nie. Wiele firm dopiero zaczyna przygotowania. Są tacy, którzy nie zrobili nic, ale są też liderzy z gotowymi rozwiązaniami. Teraz przechodzimy od teorii do praktyki.

Natomiast czasu nie ma wiele, zaś cele na 2030 rok są bardzo ambitne.

D.J.: – Co z materiałami ekologicznymi? Kompostowalne, biodegradowalne – czy to przyszłość?

K.N.: – Tak, ale z zastrzeżeniem. Sama innowacyjność materiału nie wystarczy – trzeba jeszcze go wdrożyć. Często okazuje się, że nowy materiał nie nadaje się do maszyn pakujących, ma zbyt małą barierowość albo jest zbyt drogi. Dlatego potrzebujemy wielu prób i inwestycji, by kilka procent z nich stało się realną alternatywą.

D.J.: – A bezpieczeństwo?

K.N.: – Nie możemy zapominać, że opakowania mają chronić produkt i użytkownika. Muszą być szczelne, higieniczne i bezpieczne. Ekologia – tak, ale z głową.

D.J.: – Co Pana zdaniem najbardziej wpłynie na rynek w nadchodzących latach?

K.N.: – Cena energii. To dziś największy problem – nie tylko dla opakowań, ale całej gospodarki. Współpracujemy z organizacjami branżowymi, by wpływać na rząd i wspierać transformację energetyczną. Jeśli nic się nie zmieni, czeka nas poważne spowolnienie.

D.J.: – Co jeszcze?

K.N.: – Pocienianie opakowań – szkło, tworzywa, papier – wszystko musi być lżejsze, a jednocześnie funkcjonalne. Zmienia się nie tylko materiał, ale cały proces: produkcji, pakowania, etykietowania.

D.J.: – A jednak brzmi Pan optymistycznie.

K.N.: – Ponieważ wierzę w potencjał Polski. Jesteśmy szybsi, bardziej elastyczni i kreatywni niż Europa Zachodnia. Szybciej dostosowujemy się do zmian, jesteśmy głodni sukcesu. Powinniśmy to wykorzystać – jako partner dla USA, jako brama do Azji, jako hub eksportowy dla Europy. Mam nadzieję, że polityka nie przeszkodzi gospodarce. A nasza przedsiębiorczość zrobi swoje.

D.J.: – Dziękuję za rozmowę.

□

 Z Krzysztofem Niczyporukiem rozmawiała Damaris Jeż



Słodka robota

O robotyzacji produkcji opowiadają Radosław Maleszko, kierownik obszaru produkcyjnego i Andrzej Konefał, lider zespołu – przedstawiciele zespołu zarządzającego fabryką czekolady Mondelez Polska w Bielanach Wrocławskich.

Mondelez Polska jest wiodącą firmą branży spożywczej w Polsce. Od 22 lat produkuje i sprzedaje na lokalnym rynku cenione ciastka, czekolady i kawy. Wśród produktów firmy są znane marki czekolady – Milka i Alpen Gold, wafle Prince Polo, batony 3BIT, ciastka – Milka, Oreo, belVita, Petitki, Lubisie, Delicje, San, Łakotki, cukierki Halls, kawy – Jacobs, Maxwell House, Carte Noire oraz gorące napoje Tassimo. Mondelez Polska to również 7 zakładów produkcyjnych. Trzy z nich zajmują się produkcją wyrobów czekoladowych. Są to fabryki w Jankowicach, Bielanach Wrocławskich oraz Skarbimierzu, dodatkowo w Skarbimierzu zlokalizowana jest również fabryka gumy do żucia. Kolejne 3 fabryki zajmujące się produkcją ciastek i wafli znajdują się w Jarosławiu, Cieszynie oraz Płońsku.

Jakie były początki robotyzacji w państwa firmie?

R.M.: – Kiedy rozpoczynaliśmy rozbudowę fabryki w 2008 roku, od razu pojawiło się pytanie, jak możemy ją unowocześnić. Robotyzacja była naturalną odpowiedzią. Na nowo powstałych liniach pojawiły się roboty FANUC. Roboty były jednym z elementów strategii rozwoju parku maszynowego, zakładającej zwiększenie możliwości produkcyjnych. Projekt linii był przygotowany wspólnie przez inżynierów z Polski i Wielkiej Brytanii.

Czego dotyczyły konsultacje?

A.K.: – Na etapie posadowienia linii produkcyjnej w fabryce, roboty były już wstępnie zaprogramowane. Musieliśmy jednak wprowadzić pewne korekty, dopasować maszyny i odpowiednio je skalibrować. Zadaniem robotów było pakowanie czekoladek. Operacja dość skomplikowana, bo czekolady



ważą od 4,5 do 150 gramów. Przy takim zadaniu precyzja i szybkość działania są absolutnie konieczne, a to właśnie potrafią zagwarantować tylko roboty.

Chodziło tylko o to, by dać robotom precyzyjne instrukcje?

R.M.: – Linia od początku była skonfigurowana pod konkretną produkcję, ale wiadomo, że nie ma systemu doskonałego i zawsze możliwe są zmiany. To one decydują o tym, czy praca wykonywana przez urządzenia jest bezpieczna dla ludzi i produktu oraz realizowana z gwarancją odpowiedniej jakości. W naszym przypadku chodziło o to, czy robot przenosząc czekoladkę, trafi idealnie w odpowiednie miejsce. Margines błędu jest tu skrajnie mały. Na tym etapie nie lada zagadką było to, jak roboty poradzą sobie w produkcji spożywczej, tym bardziej że maszyny te kojarzą się głównie z branżą motoryzacyjną. W praktyce okazało się jednak, że właśnie roboty sprawdziły się doskonale i zdały egzamin na „6”, wykazując się niezawodnością.

Czy roboty, które pracują w przemyśle spożywczym, muszą spełniać jakieś szczególne wymagania?

A.K.: – Proszę pamiętać o specyfice produktu. Czekolada jest plastyczna. Łatwo przenieść przedmiot metalowy czy plastikowy, ale my mamy za zadanie przetransportować bardzo lekki, kruchy i wrażliwy towar. Trzeba to robić bardzo delikatnie, w dodatku tę delikatność opisać i zaprogramować w pamięci robota. A potem robi się nudno, bo roboty są na tyle niezawodne, że pracują 24 godziny na dobę. Od chwili zamontowania robotów, czyli od 6 lat, nie było potrzeby wzywania serwisu z powodu awarii. Oczywiście w trosce o niezawodne funkcjonowanie robotów robimy regularne przeglądy serwisowe wykonywane przez serwisantów FANUC.

Co sprawia, że robot jednak radzi sobie z tak delikatnym towarem?

R.M.: – Struktura materiału, jego temperatura, lepkość i konsystencja wymuszają finezyjne rozwiązania. To było duże wyzwanie, ale zakończone sukcesem. Trzeba było zastosować odpowiednie ciśnienie w pompach próżniowych, modyfikować ustawienie ssawek, pozycjonowanie i zakres ruchów. Wszystko po to, aby zminimalizować praktycznie do zera straty materiału. Tym bardziej, że roboty FANUC pracują przy produktach „premium” sprzedawanych na rynkach Europy Zachodniej, USA i Australii. Koszt surowca jest wysoki. Każdy kilogram masy czekoladowej jest ważny i nie możemy pozwolić sobie na potknięcia.

Co według państwa jest największą zaletą robotów?

R.M.: – Absolutnie niezastąpiona, wyjątkowa precyzja i szybkość pracy robota. Chodzi nie tylko o dokładność i przewidywalność. U nas roboty wykonują czynności, których nie da się zamienić na pracę ludzi, nawet najlepiej wyszkolonej i sprawnej załogi. Co prawda można próbować w miejsce robota wprowadzić zestaw innych maszyn, ale poziom skomplikowania takiej linii, a zatem potencjalna awaryjność jest zupełnie nieopłacalna ekonomicznie. Nie mówiąc już o kłopotach natury technicznej.

Przemysł spożywczy to wyśrubowane normy sanitarne i BHP. Jak roboty odnajdują się w takim środowisku?

A.K.: – Cała linia produkcyjna, której elementem są roboty, oczywiście musi spełniać wysokie normy, zarówno sanitarne i techniczne oraz te gwarantujące doskonałą jakość produktu. Tu chodzi o produkcję żywności, a zatem nie ma zgody na żadne zanieczyszczenia. Nasze roboty znakomicie spisują się w tak wymagających warunkach, zapewniając przy tym maksimum sterylności oraz minimalizację zagrożeń.

R.M.: – Sama maszyna nie ma kontaktu z surowcem, jedynie chwytaki bezpośrednio stykają się z produktem, ale łatwo je umyć i zdezynfekować. W przypadku stosowania

urządzeń innych niż roboty, zawsze istnieje niebezpieczeństwo przedostania się na linię na przykład smaru czy płynów hydraulicznych.

Jak wygląda obsługa robotów w codziennej pracy?

R.M.: – Tuż po instalacji robotów, fachowcy z FANUC przeprowadzili u nas szkolenie dla techników i automatyków. Dzięki temu możemy sami wprowadzać poprawki i w pewnym zakresie modyfikować pracę urządzenia. O niezawodności maszyn świadczy fakt, że na podstawie naszych doświadczeń, wspólnie z serwisantami FANUC, zdecydowaliśmy o wydłużeniu czasu pomiędzy wizytami serwisowymi z 12 do 18 miesięcy.

A.K.: – Tak naprawdę obsługa ogranicza się jedynie do okresowego czyszczenia manipulatorów. Niezawodność maszyn FANUC sprawia, że usterki praktycznie się nie zdarzają. Natomiast sama praca robota robi olbrzymie wrażenie. Pamiętam jak na początku godzinami mogłem przyglądać się szybkim i precyzyjnym ruchom robota. Co prawda, z jednej strony wiedziałem, że jest to możliwe, ale z drugiej strony zupełnie inaczej jest to zobaczyć na własne oczy. Ludzie, którzy przyjeżdżają do naszej fabryki, zawsze zatrzymują się przy robotach i są zafascynowani ich pracą.

Dość entuzjastycznie wypowiadają się panowie o ich możliwościach. Nie boją się jednak państwo, że mogą sprawiać kłopoty, choćby podjadając czekoladę na nocnej zmianie?

R.M.: – Cały czas je obserwujemy. Nie tyją, poruszają się szybko i nic z zakładu nie znika, więc chyba nie są łakomczuchami. Zresztą obserwacja pracy robota jest ciekawym doświadczeniem. To naprawdę robi wrażenie. I proszę mi wierzyć, nigdy się nie nudzi.

Myślą Państwo czasem o innym zastosowaniu robotów?

A.K.: – Jeszcze kilka lat temu absolutnie nie przyszłoby mi do głowy, że robota można wykorzystać przy produkcji czekoladek. Dziś, kiedy widzę w sklepie czekoladki czy ciastka o skomplikowanych kształtach, czy ciekawym opakowaniu, od razu analizuję, jak zostało to zrobione, jak mogłaby wyglądać praca robota przy tym produkcie i jak zostało to technicznie rozwiązane.

R.M.: – Ich możliwości są na tyle fascynujące, że czasem pojawiają się zupełnie fantastyczne pomysły. W żartach rozmawialiśmy kiedyś o tym, że wyposażymy nasze roboty w miecze świetlne i nakręcimy kolejny odcinek Gwiezdnych Wojen. Na razie projekt zatrzymał się na etapie poszukiwania mieczy świetlnych. □

Fragment pochodzi z książki: *Automatyzacja przemysłu spożywczego*, Ewa Matyszevska, Wydawnictwo Naukowe PWN



Robot, do usług



O optymalizacji w firmie opowiada Zdzisław Duliban,
dyrektor ds. technicznych w Südzucker Polska S.A.

Südzucker Polska S.A. jest częścią europejskiej Grupy Südzucker, największego producenta cukru w Europie. Na przestrzeni kilku ostatnich lat firma przeprowadziła konsolidację 22 spółek cukrowniczych, co umożliwiło modernizację przedsiębiorstwa. Obecnie Südzucker Polska S.A. produkuje cukier w 5 cukrowniach: Cerekiew, Ropczyce, Strzelin, Strzyżów i Świdnica. Flagowym produktem firmy jest cukier biały, oferowany pod znaną i docenianą przez polskich konsumentów już od 14 lat marką „Cukier Królewski”. Natomiast marka HELIMA oferuje szeroką gamę produktów porcjowanych (spożywczych i niespożywczych) na rynku poza domem.

Na rynku panuje przekonanie, że zakłady spożywcze są bardzo wymagającym odbiorcą robotów przemysłowych – choćby ze względu na charakter wykonywanych tam operacji, wymogi higieny i czystości, czy trudne warunki pracy robotów. A jednak obowiązek stawienia czoła konkurencji wymusza konieczność automatyzacji i robotyzacji produkcji. Wprowadziła ją również państwa cukrownia.

Tak, choć zakład należy do niedużych, ma około 90-dniową kampanię – tak się nazywa cykl produkcji cukru, to w ciągu ostatnich 6–7 lat udało nam się zautomatyzować prawie całą cukrownię. Jednym z elementów automatyzacji jest robot FANUC, na którego zdecydowaliśmy się po krótkiej naradzie. Wybraliśmy tę firmę, ponieważ zaproponowana przez nią maszyna budziła nasze zaufanie – była urządzeniem o dużym udźwigu, masywna i stabilna. Potrzebowaliśmy właśnie takiego, bo w grę wchodzi podnoszenie 100-kilogramowego ładunku – dwóch 50-kilogramowych worków cukru naraz.



Moment obrotowy z tą masą to tak potężna siła, że może ją wykonywać tylko robot pewny, którego nośność i operatywność nie pozostawiają żadnych wątpliwości. Inaczej mogą być problemy. My – pracując na FANUC – ich nie mamy.

Używają go Państwo do procesu paletyzacji. Dlaczego, co on zmienia?

Roboty mogą być używane do czynności powtarzalnych. U nas jest to proces paletyzacji cukru zapakowanego w opakowania po 25 kg i 50 kg. Obsługuje go jeden robot i sprawnie się świetnie. Nie potrzebuje przerwy. Za każdym razem podnosi dwa worki: po 25 kg lub 50 kg cukru z wydajnością odpowiednio ok. 250 i 400 cykli na godzinę. Najważniejsze jednak jest to, że robot układa każdą paletę towaru w sposób powtarzalny, jednakowy, wpływa więc na efektywność tego procesu. Cukier jest towarem specyficznym – układa się w worku tak, że zawsze zostaje jakaś wolna przestrzeń i zależy od granulacji cukru. Dlatego nie ma sposobu, by te

opakowania były idealnie równe – wysokość worka może się czasami różnić o ułamki milimetrów. Tymczasem, jeśli w jednej warstwie jest o milimetr za wiele, a wszystkich warstw jest na przykład 16, to u góry zbiera się nam już nawet kilkucentymetrowa różnica. Robot to wyklucza, oczywiście pod kontrolą człowieka. Układa palety o wiele dokładniej niż człowiek. Każdy, kto widział jak ten proces wyglądał przed i po robotyzacji, zauważa kolosalną różnicę. Dzięki robotowi udaje nam się ułożyć wyższą liczbę rzędów towaru w palety. Do tej pory sukcesem było, kiedy od czasu do czasu udało nam się to z 3 paletami, teraz układamy tak 4 albo i 5. Obsługa musi tylko kontrolować robota, niwelować margines błędu, czyli wysokość worka. Z tym zresztą nie ma problemu, bowiem program obsługi robota jest bardzo prosty. Szybko nauczyli się go nawet pracownicy sezonowi.

Ilu pracowników sezonowych zatrudnia cukrownia i czy robotyzacja zakładu wpłynęła na poziom zatrudnienia?

Tak, nie ukrywam, że jednym z powodów, dla których zdecydowaliśmy się kupić robota FANUC, była rentowność przedsięwzięcia. Chcieliśmy zmniejszyć koszty zatrudnienia. Cukrownia ma pracę sezonową, zamykającą się, jak mówiłem, w tym 90-dniowym cyklu, w którym buraka przerabia się na cukier, prowadzi przez wszystkie etapy obróbki chemicznej. W tym czasie potrzebowaliśmy większej liczby rąk do pracy, głównie do prostych czynności wymagających jedynie siły fizycznej, więc zatrudnialiśmy pracowników sezonowych. Dawniej potrzebowaliśmy ich 11 na zmianie 12-godzinnej, teraz – dzięki robotowi – tylko 6. Natomiast ze stałej załogi nie musiałem nikogo zwalniać. Mimo że co roku coś automatyzujemy, trzon kadry pozostaje.

Póki, co jest pan pierwszym moim rozmówcą, który przyznaje, że kupując robota mógł zredukować zatrudnienie.

Cóż, projekt musi być opłacalny. Pracujemy w prywatnej firmie i trudno wyobrazić sobie, że ktoś będzie inwestował w maszyny tylko dlatego, że to ładna zabawka. Modernizacja zakładu zawsze polega na zderzeniu ekonomii z potrzebami ludzi i trzeba wypracować kompromis, który nie zawsze wszystkich zadowoli. Jest jednak druga strona medalu – choć w sezonie zatrudniamy mniej pracowników, to dzięki zastosowaniu robota oferujemy im o wiele bardziej komfortowe warunki pracy. Dawniej pracownicy układali towar ręcznie, 2 pracowników przez 12 godzin na dobę układało jedną paletę. Proszę przerzucić 200 albo i więcej ton cukru na jednej zmianie... Robot zastąpił ciężką, fizyczną pracę człowieka.

A wpłynęła na ich bezpieczeństwo w zakładzie?

Tak, na pewno. Do tej pory cały cykl pakowania cukru w palety polegał na bezpośrednim kontakcie towaru

z pracownikami, istniało zatem zagrożenie dla życia i zdrowia pracowników. Dziś ta cała linia z elementami, które mają wpływ na spotkanie człowieka z robotem czy z odcinkami taśmy, jest zagrodzona, wyposażona w bramki bezpieczeństwa. Zatem pracownicy nie tylko nie muszą się już męczyć, nosząc ciężkie worki – praca w magazynie została zredukowana do ruchu wózkami i spisywania stanu towaru – ale i pracują w bezpieczniejszych warunkach.

Efektywność produkcji, obniżenie kosztów produkcji, zwiększenie bezpieczeństwa pracy. Są jakieś inne korzyści wynikające z zastosowania robota niż te, które do tej pory zostały wskazane?

Wskazałbym jeszcze na przystosowanie procesu pakowania worków do standardów europejskich, w którym robot ma swój udział. Norma i ustawa o miarach spowodowała, że musieliśmy przejść na system e-paczki, to znaczy kontroli wagi każdej zadeklarowanej partii towaru. Musieliśmy też zadbać o to, by przeszła ona przez cały system bezpieczeństwa, tzn. na przykład detektory metalu, a na samym końcu, już po procesie paletyzacji, została ofoliowana i etykietowana. Mówię o całej kompleksowej usłudze, linii, której robot jest końcową częścią. Dzięki niej, dzięki temu całemu procesowi dokładnie znamy stan magazynowy – każda paleta towaru jest oznaczona i umieszczona w systemie. Gdyby jakąś partię trzeba było wycofać z rynku, zawsze ją znajdziemy.

Czy inwestycja w robota się zwróciła?

Oczywiście, dzięki robotowi zredukowaliśmy sezonowe zatrudnienie o 50 proc., co sprawiło, że inwestycja się zwróciła. Trwało to około 3 lat – proszę jednak pamiętać, że cukrownia pracuje pełną parą tylko 3 miesiące w roku, kiedy trwa kampania cukrownicza. W czasie międzykampanijnym również pracujemy, ale wykonując inne zadania.

A robot również pracuje tylko w cyklu 3-miesięcznym?

Nie, również po kampanii. W ciągu roku przepakowujemy cukier z opakowań 1000-kilogramowych w takie, jakich potrzebuje klient. Towar znów przechodzi więc przez taśmę, a robot idealnie pakuje go w palety równo obciśnięte folią. Dzięki temu klient otrzymuje towar, któremu nic nie można zarzucić również pod względem wyglądu. Robot pracuje z nami zatem cały rok, a ja mam spokój, że plan na pewno zostanie wykonany. □

Fragment pochodzi z książki: *Automatyzacja przemysłu spożywczego*, Ewa Matyszevska, Wydawnictwo Naukowe PWN



Paletą w konkurencję

O robotyzacji linii paletyzacyjnych opowiada Andrzej Jacak, kierownik działu automatyki w Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej w Piątnicy.

OSM Piątnica zajmuje się przetwórstwem mleka i produkcją mlecznych wyrobów spożywczych. Spółdzielnia jest również jednym z najbardziej dynamicznie rozwijających się zakładów polskiego przemysłu mleczarskiego. Aby sprostać stale rosnącej konkurencji na krajowym i unijnym rynku wyrobów mleczarskich, firma zdecydowała się zwiększyć swą wydajność produkcji przez robotyzację linii paletyzacyjnych.

Co państwa skłoniło do decyzji o zakupie robotów?

Od wielu lat OSM Piątnica stawia na ciągły rozwój, mający na celu konkurowanie z najlepszymi firmami na rynku mleczarstwa nie tylko w Polsce, ale i na świecie. Jednym z naszych głównych celów jest udoskonalanie produkowanych przez nas wyrobów oraz wprowadzanie nowych produktów. Priorytetem jest ich jakość i naturalność. Najwidoczniej nasi klienci doceniają takie podejście, bo co roku możemy pochwalić się zwiększeniem sprzedaży naszych wyrobów, i to praktycznie w każdym segmencie.

Stałe zwiększanie produkcji niesie jednak za sobą konieczność rozbudowy zakładu i wprowadzania bardziej efektywnych metod produkcji. OSM Piątnica mogła zawsze pochwalić się nowoczesnymi urządzeniami i liniami produkcyjnymi niemal na każdym etapie produkcji. Na pewnym poziomie rozwoju naszej firmy konieczne jednak stało się udoskonalenie procesu odbierania i paletyzacji gotowych wyrobów, tak aby można było sprostać coraz bardziej wydajnym maszynom pakującym. Niejako oczywistym wyborem stała się implementacja robotów – maszyn, które z powodzeniem mogłyby zastąpić pracowników przy wykonywaniu najbardziej uciążliwych i żmudnych zadań. Dodatkowymi atutami robotów były: szybkość, duże możliwości udźwigu, powtarzalność i oczywiście dokładność.



Słuszność naszych przemyśleń potwierdziły również konsultacje z firmami oferującymi roboty. Ostateczną decyzję o zakupie robotów podjęliśmy właśnie na podstawie wielu spotkań i analiz przeprowadzonych wspólnie z tymi firmami.

Jak wyglądał proces integracji robotów z linią produkcyjną?

Roboty wdrożone w OSM Piątnica to standardowe wersje FANUC M-410iB dedykowane do paletyzowania. Obecnie pracują u nas 4 takie maszyny. Złożoność układu linii paletyzujących w naszym zakładzie wymagała jednak uprzedniego przystosowania tych robotów – pod nasze potrzeby celowo skonstruowano specjalny chwytak robota. Niezbędne były też prace integrujące, polegające na właściwym skomunikowaniu robotów z innymi urządzeniami systemu. Roboty wymagały również odpowiedniego zaprogramowania trajektorii ruchu chwytaka, która jest ustalana indywidualnie dla każdej aplikacji. Do tego doszły również sprawy bezpieczeństwa, jak np. ustalenie strefy zasięgu robota.

Wdrożenie robotów wymagało również odpowiedniego przeszkolenia naszych pracowników z zakresu obsługi tych urządzeń. Operatorzy obsługujący nasze linie, a więc i roboty, odbyli odpowiednie szkolenie podczas prac uruchomieniowych gotowej instalacji. Dodatkowo byli oni obecni podczas prac montażowych. W podobny sposób szkoliły się też nasze służby techniczne. Dodatkowo 2 osoby zostały wysłane na specjalistyczne szkolenie z zakresu obsługi i programowania robotów FANUC.

Z perspektywy czasu możemy powiedzieć, że roboty zostały dobrane i wdrożone prawidłowo. Nie mamy z nimi żadnych problemów. Ograniczamy się tylko do przeglądów, w naszym przypadku wykonywanych raz na rok.

Jakie korzyści odniosła państwa firma dzięki zainstalowaniu robotów w zakładzie?

Z punktu widzenia przedsiębiorstwa zyskaliśmy wydajne i nowoczesne urządzenia. Dzięki nim zwiększamy wydajność naszej produkcji. Do tego dochodzi również większa precyzja i powtarzalność wykonanej pracy – dobrze zaprogramowany robot nie popełnia błędów.

Bardzo ważny jest też aspekt ekonomiczny – jeden robot wykonuje pracę kilkunastu, a może nawet kilkudziesięciu ludzi i to pracę najbardziej niechętną, związaną z dużym wysiłkiem i monotonią. Przed wprowadzeniem robotów linie paletyzujące w naszym zakładzie były dużo prostsze – siła ludzkich rąk była więc wystarczająca. Dzięki robotom osiągnęliśmy jednak wydajność rzędu kilkudziesięciu palet na godzinę – nasi pracownicy nie byłoby w stanie osiągnąć takiej prędkości. Nie sądzę więc, aby zadania, które teraz wykonują roboty, równie skutecznie mogliby wykonywać ludzie. Nie da się bowiem zsynchronizować pracy wysoko wydajnych maszyn pakujących z pracą ludzi przy odbieraniu gotowych produktów i z zachowaniem wysokiego tempa pracy. Obecnie w naszej firmie do obsługi każdej linii paletyzacji wystarczy jeden operator. Po wdrożeniu robotów osoby, które do tej pory były zatrudnione w działach paletyzacji, zostały przesunięte do działów, gdzie praca jest dużo łatwiejsza pod względem fizycznym, np. do konfekcjonowania wyrobów.

Robotyzacja wiąże się również z innymi korzyściami. Jak już wspomniałem, co roku nasz zakład odnotowuje wzrost sprzedaży. Na pewno procentuje tu dbałość o najwyższą jakość naszych wyrobów, ale duże znaczenie ma również fakt, że stale poszerzamy asortyment produkcji. Bez robotów wzrost produkcji, a w szczególności produkcji nowych wyrobów, byłby znacznie trudniejszy. Wprowadzanie nowych produktów powoduje też konieczność rozbudowy firmy, a tym samym wzrost zatrudnienia.

Czy dzięki robotyzacji wzrósł też poziom bezpieczeństwa pracy?

Tak. Ludzie zostali zastąpieni przez roboty na stanowiskach, na których praca była najcięższa i ryzyko wypadku było

największe. Pracownicy, którzy pracowali już wcześniej, chwalą sobie ogólną poprawę warunków pracy. Obsługa robotów jest dość prosta. Operator w zasadzie nie obsługuje samego robota, ale całą linię paletyzującą. Do obsługi robota dedykowany jest specjalny panel operatorski, z którego korzysta się jednak rzadko i robią to wyłącznie służby utrzymania ruchu.

Czy utrzymanie robota wiąże się z dodatkowymi kosztami?

Otóż nie. Często nie docenianą cechą robotów jest też ich niezawodność. Bazując na przypadku naszego zakładu mogę powiedzieć, że poza standardowymi przeglądami, podczas których wymieniany był tylko smar i baterie podtrzymujące pamięć robota, nic jak dotąd nie wymagało dodatkowej obsługi. Nie mieliśmy żadnej awarii. Na pewno jest to dodatkowy atut ekonomiczny, z którego nie zdawaliśmy sobie tak naprawdę sprawy. Sądziliśmy, że koszty utrzymania robotów będą wyższe. Jak się okazało – myliliśmy się.

Nie bez znaczenia jest też aspekt marketingowy. Piątница dzięki dużym inwestycjom w park maszynowy postrzegana jest jako zakład nowoczesny i mogący konkurować z najlepszymi.

Czy planują państwo dalej zwiększać konkurencyjność przedsiębiorstwa poprzez wdrażanie kolejnych robotów?

Oczywiście. Dalszy rozwój firmy również będzie kontynuowany z uwzględnieniem robotów. Obecnie jesteśmy w trakcie rozbudowy dużej linii paletyzującej. Pracujący tam do tej pory robot będzie miał towarzysza – oczywiście kolejną maszynę firmy FANUC. Moim zdaniem z dwóch zakładów o podobnym profilu produkcji, z rywalizacji zwycięsko wyjdzie ten, który postawi na efektywność i jakość. Do uzyskania wysokich poziomów tych parametrów w wielu branżach roboty są wręcz niezbędne. Wydajność, jaką one dzisiaj zapewniają, jest znacznie większa od tej, którą możemy osiągnąć dzięki sile pracy ludzkiej.

Oczywiście zupełnie inną sprawą jest mała powszechność robotyzacji produkcji w branży mleczarskiej. Jednym z powodów takiego stanu rzeczy jest fakt, że przemysł mleczarski w Polsce jest bardzo rozdrobniony. Istnieje spora grupa małych zakładów, które produkują niewielkie ilości wyrobów. Często system ich pracy jest jedno- lub dwuzmianowy. W takiej sytuacji wdrażanie skomplikowanych zrobotyzowanych linii bywa często nieopłacalne. Jednak w naszym przypadku rezygnacja z robotyzacji oznaczałaby brak długofalowego i perspektywicznego myślenia, a obecnie obserwowany dynamiczny rozwój firmy byłby znacznie trudniejszy do osiągnięcia. □

Fragment pochodzi z książki: *Automatyzacja przemysłu spożywczego*, Ewa Matyszevska, Wydawnictwo Naukowe PWN

Rynek nie ma granic

Trend automatyzacji i robotyzacji zakładów produkcyjnych powoli obiega cały świat. Do jego umocnienia przyczynia się industrializacja gospodarek oraz ciągłe rozszerzanie się rynku konsumentów. Każda lokalna firma, która myśli poważnie o swojej przyszłości, wie, że powinna bacznie obserwować nie tylko firmy ze swojego najbliższego otoczenia. Coraz częściej musi myśleć przede wszystkim o konkurentach branżowych prosperujących w odległych krajach Europy czy świata.

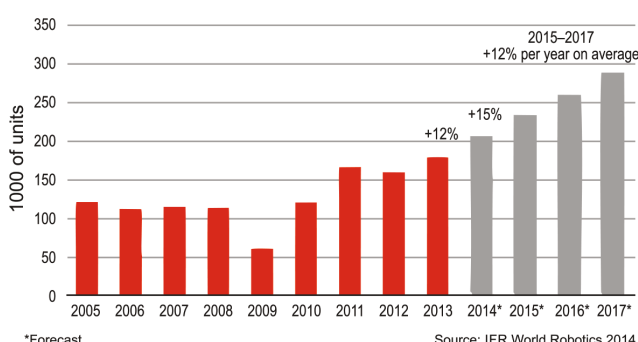
Współczesny rynek nie zna granic, więc firmy wyposażone w nowoczesne narzędzia takie jak np. zautomatyzowane linie produkcyjne, bezwzględnie wykorzystują możliwości jego poszerzania. Potrzeby rozwojowe światowego przemysłu powodują, że globalny popyt na roboty przemysłowe odznacza się tendencją wzrostową. W związku z tym, dynamiczny rozwój robotyki jest dziś widoczny na całym świecie, zarówno w krajach wysokorozwiniętych, jak również w gospodarkach rozwijających się.

Dobre perspektywy dla robotyzacji

Ostatnie lata na rynku robotyki to okres bardzo dobrej koniunktury, dzięki której branża odrobiła straty poniesione podczas kryzysu w 2009 roku. Z najnowszych danych Międzynarodowej Federacji Robotyki (IFR), ogłoszonych w październiku 2015 roku wynika, że sprzedaż robotów przemysłowych pobiła kolejny rekord. W 2014 roku na świecie sprzedano ponad 229 tys. robotów przemysłowych tj. o 29 proc. więcej niż w roku poprzednim. Biorąc pod uwagę fakt, że jest to jak dotąd najwyższa, roczna sprzedaż robotów można zauważyć, że zapotrzebowanie na inteligentne rozwiązania jest dziś bardzo duże i prawdopodobnie będzie nadal rosło.

Najważniejsze dane i trendy globalne:

- ✓ W 2014 roku na świecie sprzedano ponad **229 tys.** robotów przemysłowych, tj. o 29 proc. więcej niż w roku poprzednim.
- ✓ Federacja szacuje, że średni roczny wzrost światowej sprzedaży robotów przemysłowych wyniesie w tym czasie ok. **15 proc.** rocznie.
- ✓ Do końca 2018 roku w fabrykach na całym świecie zostanie zainstalowanych ok. **2,3 mln** robotów.



↑ Rys. 1. Istotny wzrost w latach 2014–2017

*Szacunek dotyczy sprzedaży robotów od początku robotyzacji, tj. 1960 r. aż do 2013 roku. Nie ma pewności, jaka część robotów zakończyła już swój cykl życia, stąd szacunek został pokazany w przedziale

Ekspert Międzynarodowej Federacji Robotyki przewidują, że sprzedaż robotów przemysłowych w kolejnych latach 2016–2018 utrzyma się na równie wysokim poziomie. Federacja szacuje, że średni roczny wzrost światowej sprzedaży robotów przemysłowych wyniesie w tym czasie ok. 15 proc. rocznie. W obu Amerykach i Europie będzie oscylował na poziomie ok. 10 proc., a w Azji i Australii na znacznie wyższym – ok. 18 proc. Dziś w przedsiębiorstwach produkcyjnych na całym świecie pracuje od 1,3 do 1,6 miliona robotów przemysłowych¹, a do końca 2018 roku w fabrykach na całym świecie zostanie zainstalowanych ok. 2,3 mln robotów. Duża liczba zamówień będzie pochodziła z przemysłu motoryzacyjnego. Inwestycje w roboty przemysłowe zwiększą się także w branży elektrycznej i elektronicznej, tworzyw sztucznych, przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, metalowym oraz maszynowym.

Roboty przemysłowe to wymierne korzyści dla firm

Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową (IBnGR), przy wsparciu firmy FANUC Polska, jednego z największych na świecie producentów robotów już po raz drugi przeanalizował

polski rynek pod kątem rozwoju robotyzacji i opracował raport przedstawiający rzeczywiste efekty wynikające z automatyzacji polskich przedsiębiorstw. Eksperti Instytutu w wyniku przeprowadzonej analizy opracowali także perspektywy rozwoju polskiego przemysłu. Raport został przygotowany w oparciu o badanie ankietowe przeprowadzone wśród przedstawicieli 101 firm działających w polskim sektorze produkcji. Wśród ankietowanych znalazły się zarówno firmy, które stosują już roboty przemysłowe, jak również przedsiębiorstwa, które jeszcze nie korzystają z możliwości wzmocnienia konkurencyjności, oferowanych przez nowoczesną technologię.

Z badania przeprowadzonego przez IBnGR w 2015 r. wynika, że firmy, które wdrożyły u siebie roboty przemysłowe, w zdecydowanej większości przypadków odnotowały wymierne korzyści. W szczególności chodzi o efekty finansowe dla firmy, efekty rynkowe (popytowe), efekty produkcyjne dla zakładu oraz efekty dla pracowników.

Efekty finansowe:

- 83 proc. badanych firm odnotowało wzrost produkcji. W pozostałych 17 proc. firm skala produkcji pozostała bez zmian. Żadna z ankietowanych firm nie wskazała na spadek produkcji po zrobotyzowaniu swoich linii produkcyjnych. Wyniki te jednoznacznie pokazują, że uruchomienie w zakładzie robotów oznacza wzrost jego produktywności.
- niemal 70 proc. firm, które zainwestowały w roboty, odnotowało spadek kosztów produkcji. Zautomatyzowanie części produkcji w większości przypadków powoduje, że jednostkowy koszt wytworzenia wyrobów spada, gdyż powstają one szybciej i pochłaniają mniejsze ilości surowca produkcyjnego.
- 54 proc. ankietowanych przedsiębiorstw zauważyło poprawę sytuacji finansowej i rentowności przedsiębiorstwa, na skutek wdrożenia robotów przemysłowych. W tych firmach produkcja wzrosła przy jednoczesnym spadku jednostkowych kosztów wytwarzania. W 42 proc. firm nie odnotowano żadnej zmiany w rentowności działalności gospodarczej, co może też oznaczać, że zakup robotów nie wpływa znacząco na koszty finansowe w przedsiębiorstwie (np. poprzez konieczność obsługi kredytów inwestycyjnych).

Efekty rynkowe:

- 96 proc. firm ankietowanych przez IBnGR jednoznacznie stwierdziło, że robotyzacja produkcji prowadzi do poprawy konkurencyjności przedsiębiorstwa. Wzrost mocy produkcyjnych, niższe koszty wytwarzania oraz poprawa jakości wyrobów są głównymi czynnikami poprawiającymi pozycję konkurencyjną firm, które wdrożyły w swoich zakładach roboty przemysłowe.
- Zdaniem 71 proc. badanych przedsiębiorców robotyzacja produkcji pozwala zachować poziom popytu na wyroby firmy. Utrzymanie udziału na często dynamicznie rozwijających się rynkach wymaga stałych zabiegów, mających na celu zachowanie (lub wzrost) odpowiedniej

jakości i atrakcyjności cenowej produkowanych wyrobów. Wdrożenie robotów znacznie ułatwia oba zadania, czego potwierdzeniem jest m.in. brak w badaniu firm, które by odnotowały spadek popytu na swoje wyroby po robotyzacji produkcji. Warto też podkreślić, że jedna trzecia badanych firm, dzięki robotom, odnotowała wzrost poziomu przychodów.

- 33 proc. ankietowanych przedsiębiorstw, po robotyzacji produkcji zaczęło zwiększać swoją sprzedaż zagraniczną

Efekty produkcyjne:

Stale zmieniające się trendy rynkowe powodują, że firmy muszą na bieżąco dostosowywać swój asortyment produkcyjny do preferencji kontrahentów.

- 54 proc. przedsiębiorców uważa, że instalacja robotów ułatwia przedstawienie linii produkcyjnych na wytwarzanie innego rodzaju wyrobów.
- 83 proc. przedsiębiorców uważa, że dzięki wsparciu robotów poprawia się jakość ich wyrobów. Wytwarzane wyroby są wykonywane z większą precyzją. Ponadto taka sama, wysoka jakość charakteryzuje całość wytwarzanej produkcji – wyroby wadliwe nie powstają.
- 46 proc. badanych firm dzięki robotyzacji udało się zwiększyć stopień zaawansowania technologicznego wytwarzanych wyrobów. Roboty przemysłowe są bardziej precyzyjne od pracowników, co pozwala firmom ze zrobotyzowaną produkcją na wytwarzanie wyrobów bardziej zaawansowanych technicznie. Oczywiście robotyzacja nie zawsze oznacza, że w zakładzie możliwy jest wzrost zaawansowania technologicznego wyrobów. Uzależnione jest to od specyfiki produkowanych artykułów i od charakteru zadań, do jakich został przydzielony robot. Trudno na przykład mówić o wzroście zaawansowania technologicznego produktów, gdy robot wykorzystywany jest do paletyzacji gotowych wyrobów.

Efekty dla pracowników:

Wdrożenie robotów przemysłowych generuje w zakładzie wiele efektów dla zatrudnionych pracowników.

- 66 proc. badanych przedsiębiorców potwierdziło, że w ich firmach robotyzacja nie zmieniła poziomu zatrudnienia. Zastąpienie pracy wykonywanej przez kilku pracowników, pracą wykonywaną przez roboty przemysłowe najczęściej powoduje, że pracownicy są kierowani do innych zadań. Warto dodać, że instalacja robotów w procesie produkcyjnym często powoduje, że w zakładzie (paradoksalnie) pojawia się konieczność zatrudniania dodatkowych osób – wskazało tak 17 proc. badanych firm. Ogólny wzrost mocy produkcyjnych w zakładzie i wiążący się z tym wzrost produkcji sprawiają, że wzrasta zapotrzebowanie na dodatkową pracę na stanowiskach, które w nowej sytuacji mogą się okazać „wąskim gardłem” w całym procesie produkcyjnym.
- W blisko 80 proc. badanych przedsiębiorstw nastąpił wzrost kwalifikacji kadry pracowniczej. Jest to naturalna konsekwencja uruchomienia w zakładzie urządzeń zaawansowanych technologicznie. Nabycie umiejętności codziennej

obsługi robotów przemysłowych wymaga przejścia odpowiedniej serii szkoleń. Ponadto w dodatkową wiedzę należy również wyposażać personel techniczny, tj. konserwatorów, elektryków itp.

- 71 proc. przedsiębiorców w wyniku robotyzacji odnotowało wzrost higieny i bezpieczeństwa pracy. Ponieważ roboty zwykle zastępują pracowników na stanowiskach, na których warunki pracy są szkodliwe lub szczególnie uciążliwe dla zdrowia, tego rodzaju automatyzacja produkcji poprawia warunki pracy pracowników.

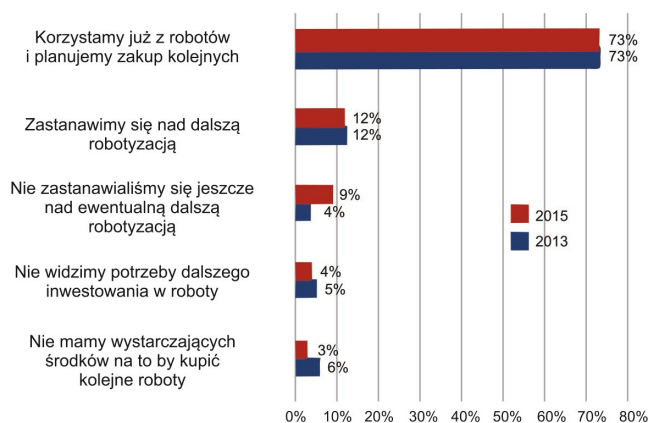
Przyszłość robotów przemysłowych w Polsce

Plany przedsiębiorców w zakresie inwestycji w robotyzację:

Przedsiębiorcy ankietowani przez IBnGR (korzystający już z robotów) potwierdzają, że ich doświadczenia są w zdecydowanej większości przypadków pozytywne. Przedsiębiorstwa, które zaczęły uzyskiwać korzyści z robotyzacji produkcji, przyznają, że decyzja o zakupie robotów przemysłowych była decyzją trafioną. Zdecydowana większość firm – 73 proc. – już zdecydowała o kolejnych inwestycjach w roboty. Kolejne zakupy robotów przemysłowych są zwykle podyktowane koniecznością dalszego zwiększania produktywności zakładu i poprawiania tym samym konkurencyjności przedsiębiorstwa. Dodatkowo decyzje o dalszym zakupie są wzmacniane rzeczywistymi, odniesionymi przez firmy (z wcześniejszych wdrożeń) korzyściami.

Do podejmowania tego rodzaju inwestycji skłania również dodatni wpływ na wyniki firmy, jaki już odczuli przedsiębiorcy oraz relatywnie szybki zwrot poniesionych nakładów finansowych.

Natomiast w przypadku firm, które dotąd nie przeprowadziły robotyzacji w swoich zakładach, również w najbliższej przyszłości nie zanoszą na tego rodzaju inwestycje. Powodem takiego podejścia jest przeważnie albo ogólny brak obiektywnych przesłanek do robotyzacji (np. brak seryjnej produkcji), albo subiektywne przekonanie przedsiębiorców o braku konieczności takiej automatyzacji linii produkcyjnych, mimo że charakter i organizacja produkcji mogłyby całkowicie uzasadniać taką inwestycję.



↑ **Rys. 2.** Plany dotyczące robotyzacji – firmy posiadające roboty przemysłowe (w procentach firm).

Wymierne korzyści z robotyzacji dla firm:

- ✓ Firmy, które wdrożyły u siebie roboty przemysłowe, w zdecydowanej większości przypadków odnotowały **wymierne korzyści**.
- ✓ **83 proc.** badanych firm odnotowało wzrost produkcji.
- ✓ Niemal **70 proc.** firm, które zainwestowały w roboty, odnotowało spadek kosztów produkcji.
- ✓ **96 proc.** firm jednoznacznie stwierdziło, że robotyzacja produkcji prowadzi do poprawy konkurencyjności przedsiębiorstwa.
- ✓ **83 proc.** przedsiębiorców uważa, że dzięki wsparciu robotów poprawia się jakość ich wyrobów.
- ✓ W blisko **80 proc.** badanych przedsiębiorstw nastąpił wzrost kwalifikacji kadry pracowniczej.

Prognozy i opinie ekspertów Instytutu Badań nad Gospodarką Rynkową:

Z danych Międzynarodowej Federacji Robotyki (IFR) wynika, że Polska jest obecnie jednym z najmniej zrobotyzowanych krajów świata. Wskaźnik gęstości robotyzacji, czyli liczba robotów przemysłowych przypadająca na 10 tysięcy pracowników zatrudnionych w przemyśle, wynosi w Polsce 22, podczas gdy w Czechach i na Słowacji jest bliski średniej europejskiej 85, a w Niemczech ponad 290. Liczby te z jednej strony pokazują opóźnienie Polski pod względem robotyzacji przemysłu, a z drugiej strony obrazują ogromny potencjał, jaki istnieje dla wdrażania nowych technologii w naszym kraju.

Biorąc pod uwagę powyższe dane, a także aktualne światowe tendencje, należy oczekiwać, że w nadchodzących latach zapotrzebowanie polskiego przemysłu na roboty będzie ciągle wzrastać. Proces robotyzacji produkcji w Europie i na świecie przyspiesza bowiem coraz bardziej – według prognoz w latach 2015–2018 w fabrykach na całym świecie rozpocznie pracę 1,3 miliony nowych robotów przemysłowych.

Oczekiwany postęp w robotyzacji polskiego przemysłu będzie w dużej mierze spowodowany rosnącą presją konkurencyjną, która będzie coraz częściej zmuszała polskie firmy do wykorzystywania robotów w procesie produkcyjnym. Presja ta będzie szczególnie silna w gałęziach przemysłu, w których wskaźnik robotyzacji jest najwyższy, oraz w których przyrost liczby robotów jest największy. Wymienić tu należy przede wszystkim przemysł motoryzacyjny oraz przemysł metalowy, produkcję gumy i wyrobów z tworzyw sztucznych, a także przemysł spożywczy. W tych sektorach

roboty dla firm, które dążą do dalszego rozwoju i mają ambicje powiększania swoich udziałów rynkowych, stają się już koniecznością.

Zastosowanie robotów przemysłowych wpływa pozytywnie na rentowność firm, między innymi poprzez usprawnienie procesów produkcyjnych, obniżenie kosztów produkcji i poprawę jakości wyrobów. Tym samym przedsiębiorstwa, które wykorzystują roboty przemysłowe, uzyskują lepszą pozycję konkurencyjną wobec podmiotów, które z tego typu rozwiązań nie korzystają. Konsekwencją takiej sytuacji będzie wzrost sprzedaży i stopniowe uzyskiwanie większych udziałów rynkowych przez firmy korzystające z robotów. Przedsiębiorstwa, które nie zdecydują się na wykorzystywanie robotów, muszą się liczyć z ryzykiem spadku sprzedaży i utratą udziałów w rynku.

Wobec dynamicznego wzrostu liczby robotów w europejskim przemyśle, ten prosty mechanizm konkurencyjny będzie w najbliższej przyszłości powodował, że coraz więcej polskich przedsiębiorstw przemysłowych będzie decydowało się na robotyzację produkcji. W przeciwnym wypadku krajowe firmy będą skazane na porażkę w walce konkurencyjnej nie tylko na rynkach zagranicznych, ale także na rynku polskim, który po wejściu Polski do Unii Europejskiej jest przecież w pełni otwarty dla konkurentów europejskich.

Słaba efektywność ekonomiczna przedsiębiorstw, które nie zdecydują się na instalację robotów przemysłowych, znajdzie odzwierciedlenie w pogorszeniu konkurencyjności sektorów, w ramach których te przedsiębiorstwa działają. Biorąc pod uwagę fakt, że w wielu europejskich krajach ma obecnie miejsce proces dynamicznego wzrostu stopnia robotyzacji produkcji, wydaje się, że jedynym sposobem na utrzymanie międzynarodowej konkurencyjności polskiego przemysłu jest zwiększanie poziomu jego robotyzacji. W przeciwnym razie nieunikniona może być stopniowa utrata rynków zbytu przez polskich producentów na rzecz konkurencji zagranicznej. Dotyczy to przede wszystkim wymienionych wcześniej sektorów, w których postęp robotyzacji jest największy i obecnie najszybszy, a więc przemysłu motoryzacyjnego, metalowego, produkcji gumy i wyrobów z tworzyw sztucznych, czy też przemysłu spożywczego.



↑ **Rys. 3.** Plany dotyczące robotyzacji – firmy nieposiadające robotów przemysłowych (w procentach firm)

Strategiczna konieczność – podsumowanie i prognozy:

- ✓ Przedsiębiorstwa, które nie zdecydują się na wykorzystywanie robotów, muszą się liczyć z ryzykiem spadku sprzedaży i utratą udziałów w rynku.
- ✓ Wobec dynamicznego wzrostu liczby robotów w europejskim przemyśle, ten prosty mechanizm konkurencyjny będzie w najbliższej przyszłości powodował, że coraz więcej polskich przedsiębiorstw przemysłowych będzie decydowało się na robotyzację produkcji.
- ✓ Robotyzacja polskiego przemysłu jest warunkiem koniecznym dla podtrzymania dotychczasowego poziomu międzynarodowej konkurencyjności krajowego przemysłu i całej polskiej gospodarki.

W ocenie IBnGR, robotyzacja polskiego przemysłu jest warunkiem koniecznym dla podtrzymania dotychczasowego poziomu międzynarodowej konkurencyjności krajowego przemysłu i całej polskiej gospodarki. Jest to szczególnie istotne z co najmniej dwóch powodów. Po pierwsze dlatego, że robotyzacja w wielu europejskich krajach postępuje coraz szybciej i zaniechanie tego procesu powodować będzie narastanie luki, nie tylko między Polską a krajami rozwiniętymi, która i tak jest już znacząca, ale także między Polską a krajami o podobnym poziomie rozwoju jak Węgry czy Słowacja.

Po drugie, gospodarka europejska znajduje się obecnie w fazie stagnacji rozwoju gospodarczego, a co za tym idzie, w wielu sektorach zaostwiają się procesy konkurencji rynkowej. Oznacza to, że rośnie znaczenie ceny jako czynnika konkurencyjności, co z kolei dla przedsiębiorców implikuje konieczność obniżania kosztów produkcji. Jednym ze stosowanych w tym celu rozwiązań jest właśnie robotyzacja produkcji. Uwzględniając aktualne uwarunkowania i prognozy wzrostu gospodarczego w krajach Unii Europejskiej można postawić tezę, że sytuacja taka będzie się utrzymywać na rynku europejskim przez najbliższe lata. Polskie firmy więc, jeśli pozostaną słabo zrobotyzowane, utracą swoją konkurencyjność na rzecz przedsiębiorstw przemysłowych z innych krajów. □

Fragment pochodzi z książki: *Automatyzacja przemysłu spożywczego*, Ewa Matyszevska, Wydawnictwo Naukowe PWN

Branża spożywcza musi być szybka i elastyczna

Przemysł spożywczy oraz opakowań to branże, które muszą sprostać wysokim wymaganiom klientów, ostrym przepi- som i niezwykle silnej konkurencji. Czynniki, które pozwalają na rozwój, to szybkość działania i elastyczność.

Dysponowanie tymi czynnikami oznacza możliwość mini- malizowania oddziaływań w czasach recesji, a maksymali- zowanie w okresie wzrostu. Ogromne znaczenie mają tu stosowane metody produkcji, które gwarantują odpowiedni okres przydatności produktu, a także minimalizują straty surowców. Rozwiązanie problemów wymaga przetwarzania danych, jest w stanie wypracować odchudzoną strategię pro- dukcji i zapewnia przejrzystość, analizę oraz kontrolę całego procesu. W efekcie wzrasta wydajność, jakość i dochodowość przedsiębiorstwa.

Automatyka w przemyśle spożywczym to klucz do sukcesu

Sektory rynku spożywczego, napojów i opakowań (CPG) obejmują szeroki zakres podsektorów, przy czym każdy z nich ma własną specyfikę i potrzeby. Klasyfikacja NACE (obowią- zująca w Unii Europejskiej) definiuje 9 odrębnych podsektorów dla przemysłu spożywczego i napojów. Są to podsektory: mięso, oleje i tłuszcze, pasze dla zwierząt, produkty rybne, produkty mleczarskie, produkty spożywcze, przetworzone owoce i warzywa, mąka i produkty zbożowe oraz napoje. Mimo że każdy podsektor będzie miał własne specyficzne wymagania, wszystkie mają wspólne czynniki decydujące o ich rozwoju:

- zdolność do odpowiadania na wymagania rynku dzięki posiadaniu metodologii zarządzania cyklem życia pro- duktu (PLM), zapewnienie zgodności z przepisami,
- redukcja odpadów, redukcja przesto- jów,
- zapewnienie świeżości i okresu trwa- łości produktów,
- tolerancja produktów,
- obniżenie zapasów i kosztów towarów, genealogia,
- zapewnienie identyfikalności partii w całym łańcuchu dostaw oraz bezpieczeństwo.

Mitsubishi Electric rozumie te potrzeby, co pozwoliło, aby stało się czołowym dostawcą urządzeń automatyki dla przemysłu spożywczego, napojów i opakowań. Oferta, która stawia na jakość, niezawodność i innowacyjność, stanowi wsparcie dla klientów w jednym z najsilniej konkurencyjnych regionów światowego rynku. Co nas wyróżnia spośród wielu dostawców automatyki na rynku spożywczym i nie tylko?

- Wszechstronność produktów – Posiadamy dedykowane dla każdego rozwiązania: od sterowania procesem produkcji do bezpiecznych dla żywności robotów przemysłowych, od



Systemy ERP i MES

Bezpośrednie podłączenie danych z poziomu pro- dukcji do systemów zarządzania przedsiębiorstwem.

Sterowanie procesem produkcyjnym

Sterowanie procesem produkcyjnym może odby- wać się bezpośrednio z systemów wyższego rzędu (ERP), co pozwala na ominięcie serwe- rów opartych na zawodnych komputerach PC.

Szybkie i dokładne pakowanie i paletyzowanie

Rozwiązania oparte o systemy robotowe pozwalają na elastyczne zarządzanie procesem pakowania.

zarządzania zużyciem energii do bezpośredniego raporto- wania do systemów planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP), takich jak SAP, Oracle lub DB2.

- Kompatybilność oraz uniwersalność sterowania – Archi- tektura i otwartość systemów sterowania oferuje firmom z branży przemysłu spożywczego i napojów unikalną moż- liwość nie tylko zapewnienia tradycyjnych funkcji sterowa- nia i wizualizacji procesów, ale także integracji wszystkich aspektów prowadzonych przez nie działań.
- Co rośnie i maleje jednocześnie? Oszczędność i wydajność! Przyjmując bardziej całościowe podejście do zarządza- nia operacyjnego, można uzyskać znaczące oszczędno- ści i wzrost wydajności eksploatacyjnej. W branży, która zajmuje się produkcją tak cennych dóbr, nasza firma ma wyjątkową pozycję, mogąc wymagającym zakładom zapewnić doskonałą jakość dostaw, obejmujących wszyst- kie aspekty sterowania i zarządzania.

„Odchudzanie” produkcji

Przemysł spożywczy generuje 10–20% odpadów (wagowo), co odpowiada 3–8% obrotów branży – wynika z danych brytyjskiej agencji rządowej DEFRA (*The Department for Environment, Food and Rural Affairs*). Dlatego zaleca się przyjęcie metod ciągłego usprawniania i „Odchudzonej” produkcji jako metody redukcji ilości odpadów i usprawnienia procesu.

Mitsubishi Electric jest wiodącym na świecie producentem z branży elektroniki, automatyki, robotyki oraz energetyki. Powstało w 1921 roku. Obecnie działa w 120 krajach. Zatrudnia ponad 100 tys. pracowników, i osiąga obroty w wysokości 25 mld euro.

Poprawiamy także wydajność produkcji, wykorzystując systemy gromadzenia i rejestracji danych. Oznacza to, że Mitsubishi Electric jest w stanie dostarczyć oszczędny system do śledzenia i przygotowania raportów na podstawie danych z poziomu produkcji, wyznaczający takie wskaźniki jak Wskaźnik Efektywności Pracy Maszyn/Urządzeń (OEE) czy Kluczowe Wskaźniki Efektywności (KPIs). System dostarcza zwięzłych i prostych w użyciu raportów bazujących na danych bieżących i historycznych, przeznaczonych dla personelu wszystkich szczebli, od poziomu zakładu produkcyjnego po zarząd przedsiębiorstwa. To podejście ma zasadnicze znaczenie dla wdrożenia projektów, procesów TPM/TQM i technik Odchudzonej Produkcji, umożliwi też natychmiastową poprawę wydajności z typowym okresem zwrotu nakładów wynoszącym 6–9 miesięcy.

Zrównoważony rozwój

Produkcja w systemie zrównoważonego rozwoju to temat skupiający wiele uwagi, zwłaszcza w sektorach przemysłu spożywczego i napojów. Tematyka ta koncentruje się zazwyczaj na zasobach materiałów i towarów, takich jak ziarno kawy, zboża itp.

Istnieje jednak inny, bardzo ważny zasób, który powoduje cichą erozję wyników osiągniętych przez producentów: energia.

Niestety, wielu producentów ponosi karne opłaty za dodatkowe zużycie energii, gdyż po prostu nie wiedzą, co można zrobić, aby zarządzać jej bieżącym zużyciem i jak je ograniczyć.

Rozwiązaniem jest szeroki asortyment rozwiązań zwiększających sprawność energetyczną, od układów klimatyzacji, pomp ciepła i nowo czesnych suszarek do rąk, po rozwiązania z zakresu automatyki przemysłowej i robotyzacji.

Dodatkowo innowacyjny „system całkowitego zarządzania energią elektryczną” Mitsubishi Electric może połączyć ze sobą wszystkie wymagane elementy, tworząc modułowe rozwiązanie z zakresu zarządzania zużyciem energii. Na wszystkich etapach, od studium wykonalności po ostateczną propozycję, dostępne są rozwiązania predefiniowane, pozwalające przyspieszyć wdrożenie systemu oraz – oczywiście – obniżyć koszty.

Aby można było zoptymalizować zużycie energii, działanie zakładu musi być przejrzyste – od poziomu produkcji aż do szczebla zarządzania. Mitsubishi Electric oferuje tę możliwość dzięki swojemu Pakietowi Kontroli Energii

(*Energy Control Pack* – ECP), który gromadzi istotne dane ze wszystkich punktów poboru energii i umożliwia ich analizę na wielu poziomach systemu zarządzania. Dzięki temu można odpowiednio obniżyć prędkości, dostosować obciążenie do sytuacji i sterować w czasie rzeczywistymi wartościami temperatury, uzyskując w ten sposób znaczne oszczędności energii.

Roboty to precyzja, szybkość i elastyczność

Firmy, które zdecydowały się na stosowanie robotów w swoich przedsiębiorstwach, mówią tylko o korzyściach. Dlaczego? Oto kilka faktów.

Średni zwrot z inwestycji w Polsce szacuje się od 1,5–3 lat. Po skorzystaniu z robotów Mitsubishi Electric najkrótszy czas zwrotu u klienta to 3 miesiące. Statystycznie robot cieszy się zadowoleniem użytkowników przez 8–12 lat. Najstarszy pracujący robot w Polsce ma 19 lat. I jeszcze jeden ważny element – w wielu firmach kluczowy: jeden dzień pracy robota kosztuje w granicach 10 zł/3 zmiany. Godzina pracy średniego robota kosztuje 0,42 zł.

To nie science fiction, a współczesna automatyka

Rozwiązanie, które prowadzi do poprawy wydajności, jakości i dostaw, to system realizacji produkcji (ang. MES – *Manufacturing Execution System*). Zapewnia ono przejrzystość poziomu produkcji, pomagając wprowadzić usprawnienia w działaniu zakładu, gospodarce materiałowej, w zarządzaniu siłą roboczą i procedurami eksploatacyjnymi, umożliwiając poprawę funkcjonowania przedsiębiorstwa i zapewniając konkretne korzyści. Będą to:

- usprawnienie procesu i jego wizualizacja,
- zarządzanie jakością,
- integracja z aplikacjami biznesowymi,
- raportowanie i analiza, śledzenie i identyfikacja,
- zgodność z przepisami,
- oszczędność energii i optymalizacja,
- inteligentne wytwarzanie.

 Fragment pochodzi z książki: *Automatyzacja przemysłu spożywczego*, Ewa Matyszevska, Wydawnictwo Naukowe PWN

Zrobotyzowany montaż

Do najbardziej złożonych systemów wytwarzania wykorzystujących roboty przemysłowe należą zrobotyzowane systemy montażowe (rys. 1). Związane jest to głównie z wymogami dużej wydajności, elastyczności oraz sprawności. Z uwagi na fakt, że podczas montażu konieczne jest często chwytanie i manipulowanie różnymi obiektami o złożonych kształtach, niezbędne jest zastosowanie dodatkowego osprzętu (czujników, ustalaczy i stołów pozycjonujących). Jednocześnie, montowane produkty często wymagają wykonywania złożonych ruchów ze względu na to, że same mają złożone kształty. Detale zazwyczaj charakteryzują się dużą różnorodnością wielkości, więc odbiorcy robotów oczekują zwartych elastycznych manipulatorów, zajmujących małą przestrzeń roboczą. Zwiększenie elastyczności w wielu przypadkach jest związane z wyposażeniem robotów w systemy wymiany narzędzi, a pozyskiwanie informacji o montowanych detalach często odbywa się dzięki wykorzystaniu różnego rodzaju specjalizowanych czujników oraz systemów wizyjnych. Większość producentów robotów oferuje również dodatkowe opcje sprzętowe i programowe, jak czujniki siły i oprogramowanie pozwalające na zapewnienie podatności manipulatora podczas procesu, pozwalające na realizację montażu wszelkiego rodzaju mechanizmów czy elementów charakteryzujących się wysoką precyzją. Pewnym ograniczeniem tej technologii jest jednak dość wysoka cena tego typu rozwiązań, która w wielu przypadkach stanowi barierę finansową. Złożoność procesu montażu może być tak duża, że trudno jest znaleźć optymalne rozwiązanie skompletowania

Złożoność procesu montażu może być tak duża, że trudno jest znaleźć optymalne rozwiązanie [...].

Prowadzi to do nadmiernej automatyzacji procesu. W takim przypadku, mimo wprowadzenia automatyzacji, produkcja nie staje się wydajniejsza, a wręcz może być spowolniona.



↑ Rys. 1. Montaż przekładni robotów w fabryce FANUC

stanowiska montażowego oraz zautomatyzowania wszystkich operacji. Prowadzi to do nadmiernej automatyzacji procesu. W takim przypadku, mimo wprowadzenia automatyzacji, produkcja nie staje się wydajniejsza, a wręcz może być spowolniona. Jednym ze sposobów znalezienia złotego środka mogłoby być poznanie istniejących rozwiązań, jednak ich właściciele (fabryki) ukrywają szczegóły wdrożonych u siebie rozwiązań technicznych. Aby proces zrobotyzowanego montażu był poprawny i efektywny, powinien być opracowany zgodnie z następującymi wymogami [II.27]:

- technologia montażu powinna być dostosowana do procesu robotyzacji (powinna spełniać zasady DFA – Design For Assembly);
- postać i kształt części składowych, montowanych w wyrób, powinny umożliwiać ich łatwą orientację;
- montowany wyrób powinien przechodzić ze stanowiska na stanowisko w ściśle określonej i uporządkowanej kolejności;
- wszystkie części składowe powinny być montowane w określonym miejscu, w określonym czasie i we właściwej kolejności;
- części składowe muszą mieć odpowiednie tolerancje wymiarowe zapewniające ich całkowitą zamienność lub muszą być podzielone na grupy selekcyjne;
- proces montażu powinien mieć skuteczny system monitorowania, nadzorowania i wykrywania występujących niesprawności.

Bardzo istotne jest również właściwe zaprojektowanie sposobu uchwycenia części podzespołu przez robota. Z jednej strony musi on w sposób jednoznaczny ustalać położenie części, a z drugiej, nie może pozostawiać żadnych śladów na

zewewnętrznych powierzchniach montowanych części i podzespołów. Ze względu na znaczenie błędów w procesie montażu (wczesne wychwycenie błędów na stanowisku pozwala na minimalizację strat), bardzo często stanowiska zrobotyzowanego montażu wyposaża się w czujniki lub systemy wizyjne realizujące funkcje inspekcyjne podczas montażu. Dodatkowo w rozwiązaniach bardziej zaawansowanych, wymagających pasowania części (przekładnie zębate, mechanizmy), są wykorzystywane zarówno rozwiązania sprzętowe (czujniki siły), jak i programowe, zwiększające podatność ramienia robota (w przypadku robotów firmy FANUC jest to funkcja soft float). Można wskazać operacje montażowe, w których konieczne jest zastosowanie układów sensorycznych:

- składanie części – typowe operacje polegające na prostym i skomplikowanym składaniu; zastosowanie sensorów wpływa na zmniejszenie błędów pozycjonowania manipulatora;
- łączenie części – ta czynność obejmuje ok. 50% wszystkich operacji montażu; obejmuje m.in. skręcanie, wciskanie, dopasowywanie, klejenie, lakowanie; zastosowanie sensorów zapewnia poprawność połączenia;
- przenoszenie części – zastosowanie czujników dotykowych w automatach – tycznym podawaniu i manipulowaniu umożliwia stwierdzenie obecności części;
- rozpoznawanie części – ustalanie pozycji oraz orientacji w przestrzeni losowo podanych części to typowy przykład, że stosowanie układów sensorycznych zmysłu wzroku jest konieczne.

Zgodnie z zasadami DFA, proces technologiczny montażu powinien być zaprojektowany zgodnie z następującymi zaleceniami [II.27]:

- części powinny być składane w podzespoły (nie więcej niż 10–12 części w podzespole), a następnie montowane podczas produkcji wyrobu;
- montaż (jeśli jest to możliwe) powinien być realizowany z uwzględnieniem przemieszczenia liniowego części, najlepiej od góry, aby można było wykorzystać siłę grawitacji;
- punkty montażu zespołów i podzespołów powinny być łatwo dostępne dla manipulatora i narzędzi obsługiwanych przez robota oraz powinny znajdować się w miarę możliwości na jednej płaszczyźnie;
- wkładanie i mocowanie powinno być realizowane jednym narzędziem (jeśli jest to możliwe);
- części powinny być zaprojektowane w sposób ułatwiający ich dopasowanie (sfazowanie krawędzi, prowadzenia itp.);
- części i podzespoły (jeśli jest to możliwe) nie powinny mieć oddzielnych elementów mocujących (np. śrub, podkładek, wkrętów, kołków) lub przewodów (np. przewodów hydraulicznych, elektrycznych) – można to uzyskać dzięki ich integracji z elementami łączonymi lub zmianę wzajemnego rozmieszczenia części składowych wyrobu, uwzględniając montaż na wcisk lub na zatrask, w celu uproszczenia technologii montażu (proces skręcania, klejenia, nitowania wymaga dodatkowych narzędzi lub urządzeń technologicznych);

**Jednym ze sposobów
znalezienia złotego środka
mogłoby być poznanie
istniejących rozwiązań,
jednak ich właściciele
(fabryki) ukrywają szczegóły
wdrożonych u siebie rozwiązań
technicznych.**

- podzespoły i elementy składowe wyrobu powinny być oparte na standardowych modułach i połączeniach w celu zapewnienia zamienności części i umożliwienia szybszej modernizacji stanowiska (mocowania, narzędzia, urządzenia technologiczne itp.).

Na stanowiskach zrobotyzowanego montażu roboty przemysłowe najczęściej realizują następujące zadania:

- pobieranie części z pojemników, przenośników, urządzeń sortujących i palet;
- współpraca z automatami montażowymi i innymi urządzeniami technologicznymi wspomagającymi proces montażu;
- montaż części i podzespołów wyrobu;
- wykonywanie operacji łączenia (wciskanie, skręcanie, nitowanie, zgrzewanie punktowe i liniowe itp.) z wykorzystaniem w tym celu osprzętu oraz urządzeń technologicznych wchodzących w skład stanowiska;
- odkładanie i transportowanie zmontowanych wyrobów.

W zależności od wielkości produkcji zrobotyzowane systemy montażowe buduje się w dwóch podstawowych konfiguracjach [II.27]:

- zrobotyzowane gniazda montażowe wykorzystujące od jednego do kilku robotów (najczęściej o różnym udźwigu) oraz wyposażenie peryferyjne do realizacji procesu montażu; cechą charakterystyczną tego typu systemów jest stosunkowo długi cykl pracy oraz zgrupowanie dużej liczby części i podzespołów montowanych w gnieździe;
- zrobotyzowane linie montażowe łączące kilka stanowisk roboczych zainstalowanych w linii, charakteryzujące się krótkim cyklem pracy oraz ograniczoną liczbą montowanych części i podzespołów przez każdego robota; linia zrobotyzowana może się również składać z kilku gniazd połączonych za pomocą systemu transportowego. □

Fragment pochodzi z książki:

Robotyzacja procesów produkcyjnych,
Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk
Wydawnictwo Naukowe PWN

Znaczenie powłok ochronnych w zachowaniu jakości truskawek

Gabriela Kozakiewicz, Sabina Galus

Wprowadzenie

Truskawka (*Fragaria × ananassa* Duch.) jest owocem sezonowym o intensywnie czerwonej barwie, miękkiej i soczystej konsystencji oraz charakterystycznym połączeniu słodyczy z delikatną cierpkością. Należy do rodziny różowatych i uprawiana jest na szeroką skalę w różnych ekosystemach, co zapewnia jej dostępność w wielu regionach świata (Charoenwoodhipong i wsp. 2024). Ze względu na wysoką zawartość wody, stanowiącej jej główny składnik, owoc ten charakteryzuje się niewielką trwałością i wymaga szybkiego spożycia lub przetworzenia. Dzięki wartości odżywczej i walorom sensorycznym znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, szczególnie jako surowiec do produkcji przetworów pozwalających zachować jego cenne właściwości (Zahra i wsp. 2023). Obecnie na świecie uprawia się ponad 20 gatunków z rodzaju *Fragaria* oraz liczne odmiany hodowlane, które stanowią podstawę komercyjnej produkcji w wielu krajach (Bhowal i wsp. 2024).

Choć powszechnie postrzegana jako owoc, w ujęciu botanicznym truskawka nie jest klasycznym owocem. Jej struktura to rozrośnięte dno kwiatowe („spuchnięty” pojemnik), na powierzchni którego rozmieszczone są liczne niełupki. Mięśnista część, utożsamiana zwykle z owocem, stanowi właśnie tę przekształconą podstawę kwiatostanu. Niełupki – suche, jednonasienne owoce są niewielkie i twarde, a znajdujące się w ich wnętrzu nasiona chronione są przez zdrewniałą ścianę owocnika. Odmienna budowa odróżnia truskawkę od innych owoców jagodowych, które zawierają nasiona w miąższu. Złożona morfologia tych owoców czyni je szczególnie interesującym obiektem badań dotyczących uprawy, wartości odżywczej i potencjalnych zastosowań przemysłowych (Gaston i wsp. 2020).

Wartość odżywcza i skład chemiczny truskawek

Truskawki należą do najczęściej spożywanych owoców jagodowych na świecie i wyróżniają się wysoką wartością odżywczą (Newerli-Guz i wsp. 2023). Dzięki bogactwu witamin, składników mineralnych i związków bioaktywnych stanowią istotny element codziennej diety. Ich wartość odżywcza zależy jednak od wielu czynników, takich jak odmiana, stopień dojrzałości czy warunki uprawy (tabela 1). Truskawki szczególnie cenione są za dużą zawartość witaminy C (kwasu L-askorbinowego), która pełni kluczową rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu. Owoce dostarczają

Streszczenie: Truskawka to owoc jagodowy o wysokiej wartości wody, intensywnym kolorze i soczystej strukturze, ceniony zarówno za walory smakowe, jak i odżywcze. Bogata w witaminy (zwłaszcza C i z grupy B), minerały, polifenole i antyoksydanty, wspiera zdrowie człowieka, wykazując działanie przeciwzapalne, przeciwnowotworowe oraz regulujące metabolizm glukozy i lipidów. Truskawki są owocami nietrwałymi i wrażliwymi na czynniki środowiskowe, dlatego ważne jest stosowanie odpowiednich metod utrwalania jakości, takich jak powłoki ochronne. Jadalne powłoki, wykonane z polisacharydów, białek i/lub lipidów, pozwalają zabezpieczać owoce przed utratą wody, stresem oksydacyjnym i mikroorganizmami, jednocześnie zachowując smak, aromat i walory wizualne. Ich zastosowanie znacząco wydłuża trwałość truskawek i może wspierać zdrowie konsumentów poprzez dodatki bioaktywne.

również witamin z grupy B, takich jak tiaminy (B1), ryboflawiny (B2), niacyny (B3), pirydoksyny (B6) oraz kwasu foliowego (B9), niezbędnego w procesach metabolicznych i regeneracji komórek. Dodatkowo obecne są witaminy A i E (Basu i wsp. 2014).

Truskawki stanowią także źródło cennych minerałów. W 100 g owoców znajduje się średnio 153 mg potasu, odpowiadającego m.in. za równowagę elektrolitową i prawidłową pracę mięśni. Ponadto obecne są magnez, fosfor, wapń, miedź i żelazo (Giampieri i wsp. 2014). Ich skład uzupełniają związki fenolowe, w tym flawonoidy, fitosterole oraz kwas elagowy, wykazujące silne działanie antyoksydacyjne. Jak wskazują badania Dzhanfezova i wsp. (2020), truskawki zawierają istotnie więcej witaminy C, fenoli i flawonoidów niż inne owoce jagodowe, co podkreśla ich znaczenie w profilaktyce zdrowotnej. Dodatkowo truskawki są owocami niskokalorycznymi, zawierającymi tylko 32 kcal w 100 g, co czyni je idealnym składnikiem diety niskokalorycznej. Zawierają także błonnik pokarmowy, który w 100 g wynosi około 2 g, co sprzyja prawidłowej pracy układu pokarmowego i reguluje poziom cukru we krwi (Zahra i wsp. 2023).

Wartość odżywcza truskawek zależy od wielu czynników, w tym odmiany, stopnia dojrzałości oraz warunków uprawy. Owoce mniej dojrzałe zazwyczaj zawierają większe ilości

↓ **Tabela 1.** Skład odżywczy świeżych truskawek

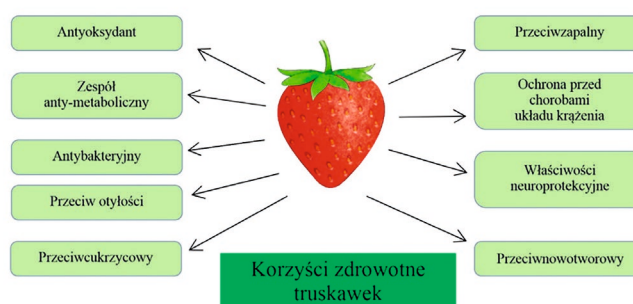
Typ	Składniki	W 100 g	Typ	Składniki	W 100 g
Podstawowe składniki	Woda (g)	90,95	Witaminy	Witamina C (mg)	58,8
	Energia (kcal)	32		Tiamina (mg)	0,024
	Białko (g)	0,67		Ryboflawina (mg)	0,022
	Popiół (g)	0,40		Niacyna (mg)	0,386
	Całkowite tłuszcze (g)	0,30		Kwas pantotenowy (mg)	0,125
	Węglowodany (g)	7,68		Witamina B6 (mg)	0,047
	Błonnik pokarmowy (g)	2,0		Kwas foliowy (mg)	24
	Cukry (g)	4,89		Cholina (mg)	5,7
	Sacharoza (g)	0,47		Betaina (mg)	0,2
	Glukoza (g)	1,99		Witamina B12 (mg)	0
	Fruktoza (g)	2,44		Witamina A (mg)	1
Składniki mineralne	Wapń (mg)	16		Luteina + zeaksantyna (mg)	26
	Żelazo (mg)	0,41		Witamina E, α-tokoferol (mg)	0,29
	Magnez (mg)	13		β-tokoferol (mg)	0,01
	Fosfor (mg)	24		γ-tokoferol (mg)	0,08
	Potas (mg)	153		δ-tokoferol (mg)	0,01
	Sód (mg)	1		Witamina K, fitochinon (mg)	2,2
	Cynk (mg)	0,14			
	Selen (mg)	0,4			
	Mangan (mg)	0,386			

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Giampieri i wsp. (2012).

witaminy C, podczas gdy w pełni dojrzałe charakteryzują się wyższą zawartością cukrów prostych. Na skład chemiczny wpływają również sezonowość upraw oraz czynniki geograficzne, przez co profil odżywczy truskawek może różnić się w zależności od okresu zbioru i miejsca pochodzenia (Fierascu i wsp. 2020).

Właściwości prozdrowotne truskawek

Już od czasów starożytnych zauważano związek między dietą a zdrowiem, kiedy pierwsi medycy wykorzystywali zioła oraz produkty spożywcze uznawane za mające właściwości lecznicze w terapii pacjentów. Współczesna medycyna, choć w dużej mierze opiera się na lekach syntetycznych, coraz częściej podkreśla rolę żywienia w utrzymaniu zdrowia. Badania epidemiologiczne wskazują na regularny związek między dietą bogatą w owoce i warzywa a zmniejszonym ryzykiem rozwoju chorób przewlekłych (Hannum 2010), w tym chorób układu krążenia, Alzheimerera, niektórych nowotworów, cukrzycy typu 2, otyłości, schorzeń neurodegeneracyjnych, a także w profilaktyce stanów zapalnych i stresu oksydacyjnego (Giampieri i wsp. 2012).

↑ **Rys. 1.** Korzyści zdrowotne truskawek

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Afrin i wsp. (2016)

W ostatnich latach truskawki przyciągają szczególną uwagę badaczy ze względu na swoje korzystne oddziaływanie na zdrowie człowieka (Battino i wsp. 2017). Na rysunku 1 przedstawiono ich pozytywny wpływ na organizm oraz potencjalne zastosowanie w profilaktyce zdrowotnej.

Przewlekłe stany zapalne odgrywają kluczową rolę w rozwoju wielu chorób przewlekłych. Truskawki, dzięki wysokiej

zawartości antyoksydantów i polifenoli, wykazują silne działanie przeciwzapalne, hamują aktywność nuklearnego czynnika kappa B (NF- κ B) oraz ograniczają produkcję prozapalnych cytokin, co wspiera redukcję stanów zapalnych i związanych z nimi powikłań (Miller i wsp. 2019). Oprócz działania przeciwzapalnego, truskawki wykazują również efekt przeciwnowotworowy. Substancje bioaktywne, takie jak antocyjany i kwas elagowy, modulują szlaki sygnałowe odpowiedzialne za proliferację komórek nowotworowych, ograniczając ich rozwój. Badania pokazują, że spożycie truskawek może hamować namnażanie komórek rakowych i wspierać profilaktykę nowotworów (Battino i wsp. 2017).

Istotnym aspektem prozdrowotnym truskawek jest także ich wpływ na metabolizm. Owoce te wspomagają kontrolę poziomu glukozy we krwi, poprawiają metabolizm lipidów oraz regulują aktywność enzymów biorących udział w trawieniu węglowodanów i tłuszczów. Działanie to jest szczególnie istotne w prewencji cukrzycy typu 2 oraz chorób serca (Giamperi i wsp. 2015). Zalecenia żywieniowe sugerują spożycie jednej do dwóch filiżanek owoców dziennie, w tym truskawek, co może przyczynić się do zmniejszenia ryzyka chorób przewlekłych i poprawy ogólnego stanu zdrowia. Regularne włączanie truskawek do diety wspiera długoterminowe zdrowie i stanowi ważny element profilaktyki chorób degeneracyjnych (Charoenwoodhipong i wsp. 2024).

Determinanty jakościowe truskawek

W ostatnich latach znaczenie jakości produktów spożywczych jako głównego czynnika decydującego o wyborach konsumentów wyraźnie wzrosło. Dla wielu osób pojęcie jakości wiąże się z określonymi cechami, które dany produkt powinien posiadać, aby spełniać oczekiwania konsumentów (Sajdakowska i Szymborska 2013). W przypadku owoców obejmuje ono nie tylko wartości odżywcze i smakowe, ale także estetyczne, co czyni jakość jednym z kluczowych kryteriów przy podejmowaniu decyzji zakupowych (Hopf i wsp. 2022).

Truskawki, z powodu cienkiej skórki, są szczególnie podatne na utratę wody, co powoduje kurczenie się tkanek i osłabienie owocu. W rezultacie pogarszają się ich wygląd, konsystencja miąższu, barwa i aromat, a proces starzenia przyspiesza (De Bruno i wsp. 2023). Zmiękczenie wynika z rozpadu blaszki środkowej w ścianach komórkowych spowodowanego aktywnością enzymów i utratą wody podczas oddychania, a dodatkowe uszkodzenia wywołane przez pleśń przyspieszają ten proces (Treviño-Garza i wsp. 2015).

Na jakość owoców wpływają: intensywność barwy, konsystencja miąższu oraz proporcje słodczy i kwasowości, które warunkują zarówno walory smakowe, jak i estetyczne truskawek (Fan i wsp. 2024). Programy hodowlane pozwoliły selekcjonować odmiany przystosowane do różnych warunków klimatyczno-glebowych, różniące się jakością oraz odpornością na czynniki środowiskowe, takie jak światło, temperatura czy wilgotność. Zmiany tych czynników mogą wpływać na procesy kwitnienia, owocowania i cechy jakościowe owoców (Khammayom i wsp. 2022).

Ilość i jakość światła mają istotny wpływ na biosyntezę i akumulację fitochemikaliów w owocach, w tym cukrów, karotenoidów, kwasów fenolowych i antocyjanów. Efekt ten zależy jednak od gatunku i odmiany. Niskie natężenie światła obniża fotosyntezę, zmniejszając w efekcie syntezę cukrów, węglowodanów i witaminy C, co negatywnie oddziałuje na jakość owoców (Cervantes i wsp. 2020).

Temperatura stanowi kolejny istotny czynnik determinujący wzrost truskawek. Niskie wartości poniżej 7°C zwiększają ryzyko uszkodzeń owoców oraz wpływają na ich wielkość i barwę, natomiast wysokie temperatury mogą obniżyć tempo fotosyntezy nawet o 44%, co negatywnie odbija się na plonie i zawartości cukrów, a tym samym na słodkości owoców (Khammayom i wsp. 2022).

Wilgotność względna powietrza, w połączeniu z temperaturą, wpływa na procesy parowania i transpiracji liści i owoców, co bezpośrednio wpływa na ich zawartość wody, wielkość oraz stężenie bioaktywnych związków. Przeprowadzono ograniczoną liczbę badań dotyczących wpływu wilgotności na jakość owoców i warzyw (Leonardi i wsp. 2000).

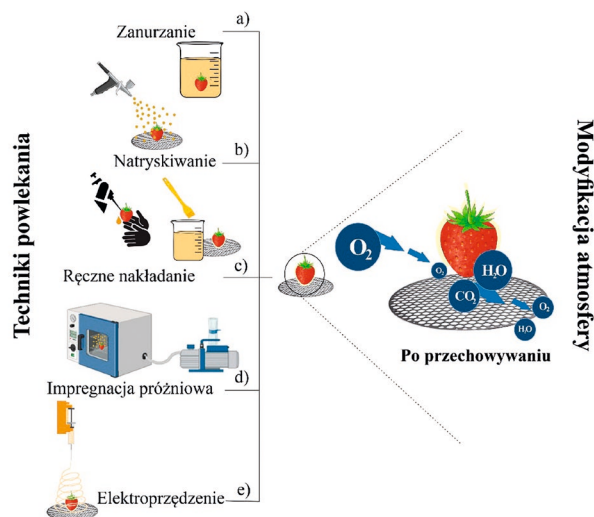
Współcześni konsumenci poszukują truskawek, które łączą doskonały smak z większą trwałością, co dodatkowo uwypukla znaczenie poznania czynników determinujących jakość owoców w produkcji (Liu i wsp. 2023).

Powłoki ochronne stosowane w kontrolowaniu jakości truskawek

Jednym z nowoczesnych sposobów utrwalania żywności są powłoki ochronne, w tym jadalne folie, które znalazły zastosowanie w ochronie świeżych truskawek (Xu i wsp. 2024). Technologia powlekania polega na pokryciu powierzchni owoców materiałem powłokotwórczym, który po osuszeniu tworzy cienką, ochronną warstwę, wspomagającą utrzymanie jakości i wydłużającą okres przydatności do spożycia (Wu i wsp. 2024). Powłoki te mogą także poprawiać atrakcyjność wizualną owoców i nadawać im nowe właściwości funkcjonalne (Jurić i wsp. 2024).

Pożądane cechy powłok jadalnych dla truskawek obejmują m.in. (Al-Tayyar i wsp. 2020, Yaashikaa i wsp. 2023): brak wpływu na smak i zapach, odpowiednią barwę i przejrzystość, odporność mechaniczną i na czynniki zewnętrzne, rozpuszczalność w wodzie i stabilność mikrobiologiczną, bezpieczeństwo dla zdrowia, łatwość produkcji i stosowania.

Powłoki i folie jadalne różnią się sposobem produkcji oraz aplikacją (Hassan i wsp. 2018, Peerzada i wsp. 2023). Powłoka jadalna nakładana jest bezpośrednio na powierzchnię owoców, natomiast folie mogą być stosowane na owocach lub między ich warstwami. Do nanoszenia powłok na truskawki stosuje się różne techniki, które przedstawiono na rysunku 2, a wśród nich można wyróżnić: zanurzanie – całkowite pokrycie owoców roztworem powłokotwórczym, wymaga odsączenia nadmiaru, natryskiwanie – rozpylanie roztworu dyszami, precyzyjne pokrycie, ręczne nakładanie – aplikacja roztworu pędzlem lub manualnie, stosowana w laboratoriach, impregnacja próżniowa – usuwa powietrze i nakłada powłokę, ogranicza straty masy i zmianę barwy,



↑ **Rys. 2.** Techniki powlekania do nakładania roztworów powłokotwórczych na powierzchnie owoców: a) zanurzenie, b) natryskiwanie, c) ręczne nakładanie, d) impregnacja próżniowa, e) elektroprzędzenie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Miranda i wsp. (2024)

elektropędzenie – nakładanie powłok w postaci nanowłókien, które hamują rozwój mikroorganizmów, choć mogą wpływać na wygląd owoców.

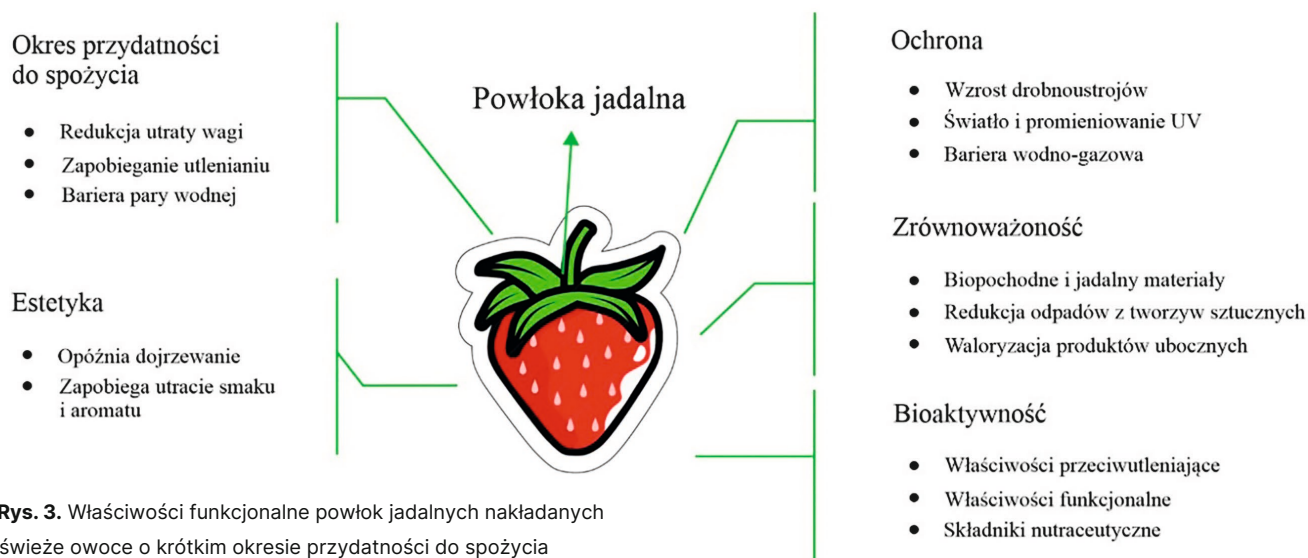
Najczęściej stosowaną metodą powlekania truskawek jest zanurzenie w roztworze powłokotwórczym, co prowadzi do utworzenia cienkiej, niemal niewidocznej warstwy ochronnej (Kowalska i wsp. 2021). Składniki powłok muszą być nietoksyczne i bezpieczne do spożycia. W połączeniu z odpowiednimi warunkami chłodniczymi, jadalne powłoki skutecznie wydłużają trwałość truskawek po zbiorach, minimalizując straty masy i zachowując walory sensoryczne, takie jak smak, zapach i tekstura (Vieira da Silva i wsp. 2019). Materiały używane w powłokach jadalnych obejmują polisacharydy (np. pektyny, pochodne celulozy), białka (np. serwatkowe, sojowe) i lipidy, a także ich kompozycje oraz dodatki funkcjonalne (Iniguez-Moreno i wsp. 2021). Polisacharydy, zwłaszcza

pektyna, ograniczają przenikanie tlenu i przedłużają trwałość owoców, są bezpieczne, biodegradowalne i przezroczyste (Panahirad i wsp. 2020). Białka chronią owoce przed utratą wilgoci, regulują wymianę gazową i mogą transportować substancje czynne, np. środki przeciwdrobnoustrojowe (Chen i wsp. 2019). Lipidy tworzą barierę dla wilgoci i tlenu, wspomagając świeżość owoców (Gupta i wsp. 2024).

Pektyny są naturalnymi składnikami ścian komórkowych roślin (porzeczki, agrest, jabłka, cytrusy) i dzięki strukturze opartej na kwasie galakturonowym oraz obecności cukrów neutralnych tworzą ciągłe warstwy ochronne (Estrada-Girón i wsp. 2020, Syarifuddin i wsp. 2025). Właściwości powłok zależą od pochodzenia pektyny, stopnia metoksylation i zastosowanego plastyfikatora, np. sorbitolu – zwiększa wytrzymałość, a glicerolu – elastyczność. Powłoki pektynowe redukują utratę wody i spowalniają zmiany fizjologiczne truskawek podczas przechowywania (Estrada-Girón i wsp. 2020).

Truskawki są owocami nieklimakterycznymi, szybko ulegają degradacji po zbiorze i są wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne oraz rozwój grzybów (Abdalla i wsp. 2023). Powłoki jadalne tworzą barierę wodno-gazową, ograniczając odparowywanie wody, działanie drobnoustrojów i procesy utleniania, co wydłuża trwałość i zachowuje walory sensoryczne owoców (Odetayo i wsp. 2021). Rysunek 3 przedstawia kluczowe właściwości funkcjonalne powłok jadalnych na truskawki, w tym ochronę przed utratą wody, promieniowaniem UV i drobnoustrojami oraz poprawę estetyki i jakości owoców.

Początkowo powłoki jadalne stosowano głównie do ograniczania utraty wilgoci w owocach cytrusowych, ale dzięki postępowi technologicznemu obecnie wykazują szeroki zakres właściwości: selektywną przepuszczalność gazów, ochronę przed drobnoustrojami, poprawę jakości i estetyki owoców. Powłoki aktywne i bioaktywne mogą dodatkowo uwalniać substancje przeciwdrobnoustrojowe lub bioaktywne, wspierając zdrowie konsumenta (Massoud i wsp. 2023, Mizieleńska i wsp. 2024). W przypadku truskawek



↑ **Rys. 3.** Właściwości funkcjonalne powłok jadalnych nakładanych na świeże owoce o krótkim okresie przydatności do spożycia

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Aaqil i wsp. (2024).

↓ **Tabela 2.** Zastosowanie powłok ochronnych i ich wpływ na jakość truskawek

Materiał powłokotwórczy	Substancje dodatkowe	Efekty	Źródło
Chitozan	Olejek eteryczny z rokitnika i pestek winogron	Ochrona przed mikroorganizmami, utrzymanie witaminy C	Popescu i wsp. (2022)
Guma guar	–	Ochrona przed utratą wilgoci, zachowanie jędrności	Rahimi i wsp. (2018)
Guma arabska	Ekstrakt z bergamotki	Ochrona przed utlenianiem, dłuższa trwałość	De Bruno i wsp. (2023)
Chitozan	Aloes	Zapobieganie utracie wilgoci, przedłużenie trwałości, zachowanie cech sensorycznych	Farida i wsp. (2023)
Karboksymetyloceluloza	Olej z pestek granatu	Poprawa jędrności, działanie przeciwutleniające i przeciwdrobnoustrojowe	Melikoğlu i wsp. (2022)
Pektyna słonecznikowa	Stewia, sacharyna	Wydłużenie trwałości, zachowanie jędrności	Muñoz-Almagro i wsp. (2021)

stosowanie powłok jadalnych pozwala ograniczyć straty jakościowe i wydłużyć okres przechowywania, przy zachowaniu świeżości, tekstury i walorów smaku. Przykłady zastosowań powłok ochronnych na truskawki przedstawiono w tabeli 2.

Podsumowanie

Truskawki to owoce o wysokiej wartości odżywczej, bogate w witaminę C, antocyjany i inne związki bioaktywne, które nadają im wyjątkowe walory prozdrowotne. Niestety, ich krucha struktura, wysoka zawartość wody i intensywny metabolizm sprawiają, że szybko tracą jakość po zbiorze, co wiąże się ze znacznymi stratami w obrocie handlowym. Utrata jędrności, przebarwienia, spadek wartości odżywczych czy rozwój patogenów ograniczają okres dostępności świeżych owoców. Powłoki jadalne stanowią obiecującą, przyjazną środowisku alternatywę dla tradycyjnych metod utrwalania. Tworzone z biopolimerów, takich jak chitozan, alginiany, pektyny czy białka, mogą być wzbogacane naturalnymi substancjami bioaktywnymi, co dodatkowo zwiększa ich skuteczność. Dzięki zdolności do ograniczania parowania wody, spowalniania procesów dojrzewania i hamowania rozwoju drobnoustrojów, pozwalają utrzymać jakość sensoryczną owoców przez dłuższy czas. Rozwój i wdrożenie technologii powlekania w skali przemysłowej mogłoby znacząco ograniczyć marnotrawstwo żywności, zwiększając jednocześnie dostępność świeżych truskawek dla konsumentów. Kluczowe wyzwania obejmują optymalizację składu powłok, dostosowanie metod aplikacji do wymogów produkcji oraz ocenę opłacalności ekonomicznej.

Literatura

[1] Aaqil M., Peng C., Kamal A., Nawaz T., Gong J. 2024: Recent Approaches to the Formulation, Uses, and Impact of Edible Coatings on Fresh Peach Fruit. *Foods*, 13(2), 267

[2] Abdalla G., Mussagy C.U., Pegorin Brasil G.S., Scontrì M., Sasaki J.C., Su Y., Bebbler C., Rocha R.R., Sousa Abreu A.P., Goncalves R.P., Burd B.S., Pacheco M.F.,

Romeira K.M., Picheli F.P., Guerra N.B., Farhadi N., Ferreira Floriano J., Forster S., He S., Nguyen H.T., Peirsman A., Tirpáková Z., Huang S., Dokmeci M.R., Ferreira E.S., Soares dos Santos L., Debone Piazza R., Costa Marques R.F., Gómez A., Silva G.R., Jucaud V., Bingbing L.B., Cordeiro de Azeredo H.M., Herculano R.D. 2023: Eco-sustainable coatings based on chitosan, pectin, and lemon essential oil nanoemulsion and their effect on strawberry preservation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 249, 126016

[3] Afrin S., Gasparrini M., Forbes-Hernandez T.Y., Reboredo-Rodriguez P., Mezzetti B., Varela-López A., Giampieri F., Battino M. 2016: Promising Health Benefits of the Strawberry: A Focus on Clinical Studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(22), 4435–4449

[4] Al-Tayyar N.A., Youssef A.M., Al-Hindi R.R. 2020: Edible coatings and antimicrobial nanoemulsions for enhancing shelf life and reducing foodborne pathogens of fruits and vegetables: A review. *Sustainable Materials and Technologies*, 26, 00215

[5] Basu A., Nguyen A., Betts N.M., Lyons T.J. 2014: Strawberry As a Functional Food: An Evidence-Based Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(6), 790-806

[6] Battino M., Forbes T., Gasparrini M., Afrin S. 2017: The effects of strawberry bioactive compounds on human health. *International Strawberry Symposium*, 1156, 355-362

[7] Bhowal R.R., Hossain M.M., Kayesh E., Saikat M.M., Paul G., Bhowmik S.K., Proma S.S., Bhowal S.K. 2024: A Study on the Morphology and Molecular Biology of Tropical Strawberries. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 9(4), 92-102

[8] Cervantes L., Ariza M.T., Miranda L., Lozano D., Medina J.J., Soria C., Martínez-Ferri E. 2020: Stability of Fruit Quality Traits of Different Strawberry Varieties under Variable Environmental Conditions. *Agronomy*, 10(9), 1242

[9] Charoenwoodhipong P., Zuelch M.L., Keen C.L., Hackman R.M., Holt R.R. 2024: Strawberry (*Fragaria x Ananassa*) intake on human health and disease outcomes: a comprehensive literature review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(5), 1-31

- [10] Chen H., Wang J., Cheng J., Chuansheng W., Liu H., Huiguang B., Yiren P., Jingyao S., Han W. 2019: Application of Protein-Based Films and Coatings for Food Packaging: A Review. *Polymers*, 11(12), 2039
- [11] De Bruno A., Gattuso A., Ritorto D., Piscopo A., Poiana M. 2023: Effect of Edible Coating Enriched with Natural Antioxidant Extract and Bergamot Essential Oil on the Shelf Life of Strawberries. *Foods*, 12(3), 488
- [12] Dzhanfezova T., Barba-Espín G., Müller R., Joernsgaard B., Hegelund J.N., Madsen B., Larsen D.L., Vega M.M., Toldam-Andersen T. 2020: Anthocyanin profile, antioxidant activity and total phenolic content of a strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch) genetic resource collection. *Food Bioscience*, 36, 100620
- [13] Estrada-Girón Y., Cabrera-Díaz E., Esparza-Merino R.M., Martín-del-Campo A., Valencia-Botín A.J. 2020: Innovative edible films and coatings based on red color pectin obtained from the byproducts of *Hibiscus sabdariffa* L. for strawberry preservation. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 3371-3380
- [14] Fan L., Yu J., Zhang P., Xie M. 2024: Prediction of Strawberry Quality during Maturity Based on Hyperspectral Technology. *Agronomy*, 14(7), 1450
- [15] Farida F., Hamdani J.S., Mubarak S., Akutsu M., Noviyanti K., Nur Rahmat B.P. 2023: Variability of Strawberry Fruit Quality and Shelf Life with Different Edible Coatings. *Horticulturae*, 9(7), 741
- [16] Fierascu R.C., Temocico G., Fierascu G., Ortan A., Babeanu N.E. 2020: *Fragaria* Genus: Chemical Composition and Biological Activities. *Molecules*, 25(3), 498
- [17] Gaston A., Osorio S., Denoyes B., Rothan C. 2020: Applying the Solanaceae Strategies to Strawberry Crop Improvement. *Trends in Plant Science*, 25(2), 130-140
- [18] Giampieri F., Alvarez-Suarez J.M., Battino M. 2014: Strawberry and Human Health: Effects beyond Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(18), 3867-3876
- [19] Giampieri F., Forbes-Hernandez T.Y., Gasparrini M., Alvarez-Suarez J.M., Afrin S., Bompadre S., Quiles J.L., Mezzetti B., Battino M. 2015: Strawberry as a health promoter: an evidence based review. *Food Function*, 6(5), 1386-1398
- [20] Giampieri F., Tulipani S., Alvarez-Suarez J.M., Quiles J.M., Mezzetti B., Battino M. 2012: The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28, 9-19
- [21] Gupta D., Lall A., Kumar S., Patil T.D., Gaikwad K.K. 2024: Plant-based edible films and coatings for food-packaging applications: recent advances, applications, and trends. *Sustainable Food Technology*, 2, 1428-1455
- [22] Hannum M.S. 2010: Potential Impact of Strawberries on Human Health: A Review of the Science. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 1-17
- [23] Hassan B., Shahid Chatha S.A., 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
- [24] Hopf A., Boote K.J., Plotto A., Asseng S., Zhao X., Shelia W., Hoogenboom G. 2022: Dynamic Prediction of Preharvest Strawberry Quality Traits as a Function of Environmental Factors. *Hort Science*, 57(10), 1336-1355
- [25] Iniguez-Moreno M., Ragazzo-Sanchez J., Calderon-Santoyo M. 2021: An Extensive Review of Natural Polymers Used as Coatings for Postharvest Shelf-Life Extension: Trends and Challenges. *Polymers*, 13(19), 3271
- [26] Jurić M., Maslov Bandić L., Carullo D., Jurić S. 2024: Technological advancements in edible coatings: Emerging trends and applications in sustainable food preservation. *Food Bioscience*, 58
- [27] Khammayom N., Maruyama N., Chatchawan C. 2022: The Effect of Climatic Parameters on Strawberry Production in a Small Walk-In Greenhouse. *Agricultural Engineering*, 4(1), 104-121
- [28] Kowalska H., Marzec A., Domian E., Kowalska J., Ciurzynska A., Galus S. 2021: Edible coatings as osmotic dehydration

Reklama

**Skontaktuj się z nami:**

www.tworzywa.org

e-mail: redakcja@tworzywa.org

85-758 Bydgoszcz, ul. Przemysłowa 8C

tel. 52 343 73 35, fax 52 561 02 37



- pretreatment in nutrient-enhanced fruit or vegetable snacks development: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(6), 5641-5674
- [29] Leonardi C., Guichard S., Bertin N. 2000: High vapour deficit influences growth, transpiration and quality of tomato fruits. *Scientia Horticulturae*, 84, 285-296
- [30] Liu Z., Liang T., Kang C. 2023: Molecular bases of strawberry fruit quality traits: Advances, challenges, and opportunities. *Plant Physiology*, 193, 900-914
- [31] Massoud R., Khodaei D., Hamidi-Esfahani Z., Khosravi-Darani K. 2023: The effect of edible probiotic coating on quality of fresh fruits and vegetables: fresh strawberries as a case study. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13, 2517-2526
- [32] Melikoğlu A.Y., Hayatioğlu N., Hendekçi M.C., Tekin I., Ersus S. 2022: Development and characterization of edible films based on carboxymethyl cellulose enriched with pomegranate seed oil and the coating of strawberries. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(7), 16607
- [33] Miller K., Feucht W., Schmid M. 2019: Bioactive Compounds of Strawberry and Blueberry and Their Potential Health Effects Based on Human Intervention Studies: A Brief Overview. *Nutrients*, 11(7), 1510
- [34] Miranda M., Bai J., Pilon J., Torres R., Casals C., Solsona C., Teixido N. 2024: Fundamentals of Edible Coatings and Combination with Biocontrol Agents: A Strategy to Improve Post-harvest Fruit Preservation. *Foods*, 13(18), 2980
- [35] Mizielińska M., Ordon M., Burdajewicz W., Nawrotek P., Sternal J., Okręgliński M. 2024: The Antifungal and Antiviral Activity of Coatings Containing Zinc Oxide Nanoparticles and Verbascum L. or Formitopsis betulina Extracts and Their Influence on the Quality of Strawberries after Storage. *Coatings*, 14(3), 260
- [36] Muñoz-Almagro N., Herrero-Herranz M., Guri S., Corzo N., Montilla A., Villamiel M. 2021: Application of sunflower pectin gels with low glycemic index in the coating of fresh strawberries stored in modified atmospheres. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(14), 5775-5783
- [37] Newerli-Guz N., Śmiechowska M., Drzewiecka A., Tylingo R. 2023: Bioactive Ingredients with Health-Promoting Properties of Strawberry Fruit (*Fragaria x ananassa* Duchesne). *Molecules*, 28(6), 2711
- [38] Odetayo T., Tesfay S., Ngobese N.Z. 2021: Nanotechnology-enhanced edible coating application on climacteric fruits. *Food Science and Nutrition*, 10, 2149-2167
- [39] Panahirad S.S., Naghshiband-Hassani R., Bergin S., Katam R., Mahna N. 2020: Improvement of Postharvest Quality of Plum (*Prunus domestica* L.) Using Polysaccharide-Based Edible Coatings. *Plants*, 9, 1148
- [40] Peerzada G.J., Sinclair B.J., Perinbarajan G.K., Dutta R., Shekhawat R., Saikia N., Mossa A.T. 2023: An overview on smart and active edible coatings: safety and regulations. *European Food Research and Technology*, 249(8), 1935-1952
- [41] Popescu P.A., Palade L.M., Nicolae I.C., Popa E.E., Miteluț A.C., Drăghici M.C., Matei F., Popa M.E., 2022: Chitosan-Based Edible Coatings Containing Essential Oils to Preserve the Shelf Life and Postharvest Quality Parameters of Organic Strawberries and Apples during Cold Storage. *Foods*, 11(21), 3317
- [42] Rahimi B.A., Shankarappa T.H., Krishna H.C., Mushrif S.K., Vasudeva K.R., Sadananda G.K. 2018: Chitosan and CaCl₂ coatings on physicochemical and shelf life of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa*). *International journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(7), 3293-3300
- [43] Sajdakowska M., Szyborska M. 2013: Jakość żywności i kierunki jej podwyższania w opinii konsumentów na przykładzie jogurtów. *Handel Wewnętrzny*, 4(345), 116-128
- [44] Syarifuddin A., Muflih M.H., Izzah N., Fadillah U., Ainani A.F., Dirpan A. 2025: Pectin-based edible films and coatings: From extraction to application on food packaging towards circular economy- A review. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 9, 100680
- [45] Treviño-Garza M.Z., García S., Flores-González M.S., Arévalo-Niño K. 2015: Edible Active Coatings Based on Pectin, Pullulan, and Chitosan Increase Quality and Shelf Life of Strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of Food Science*, 80(8), 1823-1830
- [46] Vieira da Silva I.S., Soares Prado N., Gontijo de Melo P., Campion Arantes D., Zeni Andrade M., Otaguro H., Pasquini D. 2019: Edible Coatings Based on Apple Pectin, Cellulose Nanocrystals, and Essential Oil of Lemongrass: Improving the Quality and Shelf Life of Strawberries (*Fragaria Ananassa*). *Journal of Renewable Materials*, 7(1), 73-87
- [47] Wu J., Zhang L., Fan K. 2024: Recent advances in polysaccharide-based edible coatings for preservation of fruits and vegetables: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(12), 3823-3838
- [48] Xu H., Huang Y., He K., Lin Z., McClements D.J., Hu Y., Cheng H., Peng X., Jina Z., Chen D. 2024: An effective preserving strategy for strawberries by constructing pectin/starch coatings reinforced with functionalized eggshell fillers. *Food Chemistry*, 450, 139314
- [49] Yaashikaa P.R., Kamalesh R., Senthil Kumar P., Saravanan A., Vijayasri K., Rangasamy G. 2023: Recent advances in edible coatings and their application in food packaging. *Food Research International*, 173, 113366
- [50] Zahra N., Saeed M.K., Fatima N., Shehzad E., Saeed A. 2023: Exploring the allure of strawberries. *Innovare Journal of Agricultural Science*, 11(5), 1-6

 **Gabriela Kozakiewicz, Sabina Galus**

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Instytut Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

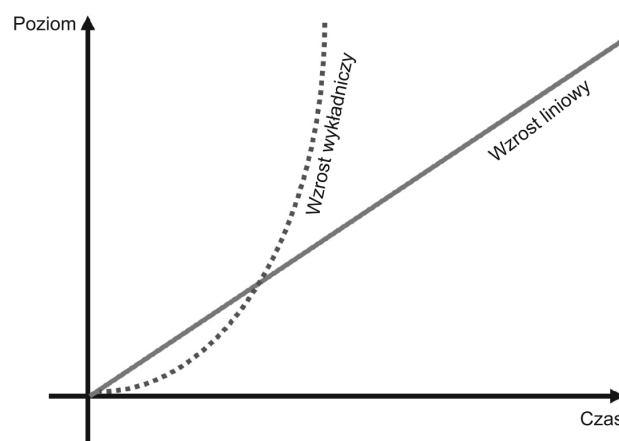
Przyszłość ze sztuczną inteligencją

✎ Jędrzej Osiński

Dokładnie pamiętam chwilę, w której zdałem sobie sprawę, że istnieje taki koncept jak sztuczna inteligencja. Słyszałem o robotach, które robią coś więcej poza mieszaniem składników do ciasta oraz o przyszłości, która może nie być tak świetlana, jak kiedyś myślałem. Miałem wówczas osiem lat i cały rok szkolny spędziłem w Ciechocinku, niewielkim uzdrowisku w centralnej Polsce, słynącym ze źródeł solankowych oraz z jednej z największych tężni na świecie. Byłem tam dla podreperowania zdrowia (układu oddechowego) i wzmocnienia odporności. Tego wieczoru siedziałem w małym pokoju z telewizorem razem z innymi przeważnie starszymi chłopcami. Opiekun spojrzał na mnie przez chwilę, może zastanawiając się, czy jestem wystarczająco duży, a następnie włożył kasetę z filmem do odtwarzacza VHS. Filmem tym był *Terminator 2: Dzień Sądu*. Oglądałem go z szeroko otwartymi oczami i ustami. Nie mogę powiedzieć, czy film zmienił moje życie, ale z pewnością wpłynął na młody umysł – zacząłem zadawać bardziej abstrakcyjne pytania i znacznie częściej patrzyłem w niebo niż pod nogi. Nadal lubię wracać do tego filmu i oglądać najlepsze sceny (np. pęknięcie zbiornika z ciekłym azotem!), ale im jestem starszy, tym częściej myślę, że ta historia jest nieprawdopodobna. Czy to znaczy, że nie wierzę w erę maszyn? Ależ wierzę – jestem tego jeszcze bardziej pewien, tylko patrzę na to w trochę bardziej optymistyczny sposób. Osobiście wierzę w niepowstrzymany rozwój nauki i za każdym razem, gdy słyszę słowo „niemożliwe” w odniesieniu do przyszłości technologii, po prostu uśmiecham się i zwykle zaprzeczam. Problem z wyobrażaniem sobie przyszłości polega na tym, że jesteśmy mocno ograniczeni przez nasz obecny sposób myślenia, ograniczeni przez koncepcje dnia codziennego, nawyki i styl życia. W dzieciństwie miałem przyjaciela, który mieszkał na wsi. Był mądrym chłopcem, ale nie był w ogóle zaznajomiony z technologią. Pamiętam, jak mieliśmy 13 czy 14 lat, powiedział, że nie wyobraża sobie rozmowy przez telefon, bo nigdy w życiu nigdzie nie dzwonił (następnego dnia zabrałem go do miasta, kupiliśmy kartę telefoniczną i wykonał swój pierwszy telefon z budki telefonicznej – był naprawdę podekscytowany). Tak więc powodem, dla którego słyszymy tyle różnych koncepcji przyszłości i słowo „niemożliwe” powtarza się tak często, jest to, że żyjemy tu i teraz, w obecnym świecie. Nie tylko nie znamy jeszcze wszystkich odpowiedzi, ale co więcej – nie znamy jeszcze większości pytań, które można zadać. Istnieje słynne stwierdzenie, tradycyjnie przypisywane lordowi Kelvinowi¹, które przedstawił swoim kolegom z Brytyjskiego Stowarzyszenia na rzecz Postępu Nauki w 1900 r.: „W fizyce nie ma teraz nic nowego do odkrycia. Pozostaje tylko coraz dokładniejszy pomiar”. Zaledwie pięć lat później

Einstein ogłosił swoje teorie względności, które obaliły podstawy fizyki. Lord Kelvin był nie byle kim – słynnym naukowcem i inżynierem, który, między innymi, sformułował prawa dzisiejszej termodynamiki i określił dokładną wartość temperatury zerowej (jednostka temperatury kelwin została tak nazwana na jego cześć), nic więc dziwnego, że wielu ludzi nawet dzisiaj nie wierzy, że komputery mogą wkrótce zdominować nasz świat.

Podczas dyskusji na temat przyszłości sztucznej inteligencji zwykle rozważamy moment, w którym maszyny prawdopodobnie osiągną ludzki poziom inteligencji i świadomości, co umożliwi systemowi nie tylko odpowiadać na pytania zadawane przez ludzi, ale także pracować kreatywnie, proponować nowe rozwiązania i formułować koncepcje, nawet jeśli nie będą o to poproszone wprost. Taką przyszłą chwilę nazywamy **osobliwością** (lub osobliwością technologiczną). Jeśli my, jako cywilizacja, dotrzemy do tego punktu, konsekwencje będą naprawdę trudne do przewidzenia. Przede wszystkim, świadoma maszyna będzie w stanie nieustannie się doskonalić i tworzyć coraz to nowsze i lepsze wersje systemu. Ponieważ system będzie połączony z globalną siecią, a tym samym z całą zgromadzoną w niej wiedzą człowieka, tego rodzaju proces z pewnością ewoluowałby od wzrostu liniowego do znacznie szybszego wzrostu wykładniczego (rys. 1). Innymi słowy, takie systemy byłyby w stanie rozwijać się znacznie szybciej same niż przy pomocy inżynierów-ludzi. Ewolucja nauki i technologii zajęła nam tysiące lat od wynalezienia koła do podróży na Księżyc. Wzrost wykładniczy mógłby skrócić ten czas do kilku lat. Moglibyśmy spodziewać się rozwiązań niektórych z obecnie najważniejszych problemów cywilizacyjnych (takich jak śmiertelne choroby) w ciągu kilku miesięcy.



↑ Rys. 1. Różnica między wzrostem liniowym a wykładniczym

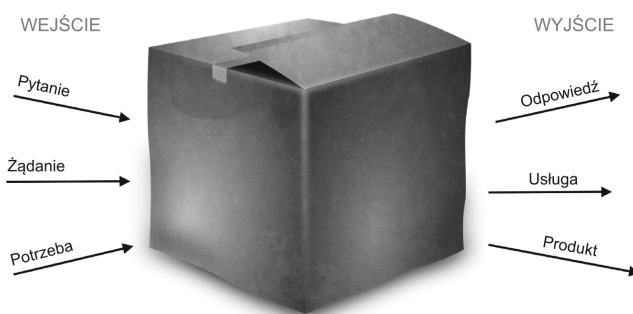
Jedno jest pewne – osobliwość będzie naszym ostatnim i największym wynalazkiem w historii – wszystkie dalsze odkrycia będą dokonywane przez maszyny, które staną się szybszymi i mądrzejszymi naukowcami niż jakikolwiek człowiek. Czy osobliwość jest naszą przyszłością? Jestem tego pewien. Kiedy to się stanie? Niektórzy eksperci twierdzą, że za 70 lat, niektórzy (w tym ci, którzy pracują nad tym na co dzień) przewidują, że może się pojawić w ciągu najbliższych pięciu lat. Ja zgaduję, że będzie to gdzieś pomiędzy. Wierzę i naprawdę mam nadzieję zobaczyć na własne oczy tę największą zmianę w historii ludzkości.

Możliwe, że to wszystko brzmi abstrakcyjnie i „niemożliwie”, ale pamiętajmy o historii z budką telefoniczną. Zaledwie 20 lat temu koncepcja Internetu była trudna do zrozumienia i omówienia. Prezes IBM® w latach 50. XX w., Thomas Watson, ponoć powiedział kiedyś, że na rynku światowym jest miejsce dla najwyżej pięciu komputerów. Nie zamykajmy się więc w obecnych barierach – patrzmy szerzej, marzmy i spoglądajmy w niebo.

Nikt nie jest pewien naszej przyszłości, ale są pewne jej fragmenty, które, jak sądzę, możemy przewidzieć z większym prawdopodobieństwem. Aby to lepiej pojąć, zacznijmy od koncepcji czarnej skrzynki.

Czarna skrzynka

Jak wspomniałem wcześniej, ostatnie wyniki badań sugerują, że obecnie ludzie codziennie otrzymują więcej informacji niż nasi przodkowie w średniowieczu przez całe swoje życie. Ponadto nauka i technologia rozwijają się z szybkością, jakiej nigdy wcześniej nie doświadczyliśmy w historii naszej cywilizacji. Wystarczy sobie uświadomić, że starożytni filozofowie tacy jak Arystoteles przyczynili się do rozwoju niemal wszystkich znanych wówczas dziedzin nauki, począwszy od filozofii, poprzez logikę, kinetykę, optykę, astronomię, biologię, psychologię i wiele innych. Ich badania i odkrycia wpłynęły na przyszłość, której wszyscy jesteśmy częścią. Dziś nikt nie jest w stanie czuć się komfortowo we wszystkich gałęziach nauki. Niezwykle wysoki poziom potrzebnej wiedzy i profesjonalizmu sprawił, że nawet matematycy podzielili się na wiele grup i tworzą teorie tak zaawansowane, że rzadko są dobrze rozumiane poza tą społecznością (nawet przez innych profesorów matematyki). Mówi się, że kiedy Andrew Wiles po raz pierwszy ogłosił swój 200-stronicowy dowód słynnego ostatniego twierdzenia Fermata (na które nie znaleziono dowodu przez ponad 350 lat), światowa społeczność matematyczna potrzebowała kilku miesięcy na jego weryfikację i akceptację. Jeden człowiek po prostu nie jest w stanie wchłonąć wszystkich informacji, nawet tych związanych z jego specjalizacją – bo świat zmienia się zbyt szybko – a szacuje się, że co roku publikowanych jest około 2,5 miliona nowych prac naukowych. I ta liczba ciągle rośnie! Nic więc dziwnego, że po prostu bierzemy większość rzeczy za pewnik, coś oczywistego, ponieważ nie mamy tak naprawdę czasu ani możliwości, aby je sprawdzić lub dokładnie zrozumieć. Korzystamy z wielu narzędzi i urządzeń (prawdopodobnie używacie co najmniej kilku tylko podczas czytania tego



↑ Rys. 2. Czarna skrzynka

zдания), nie wiedząc tak naprawdę, co jest w środku. Znamy tylko interfejs zewnętrzny, z którego korzystamy: przyciski, ekrany dotykowe, przełączniki. Reszta (będąca w rzeczywistości większą częścią obiektu) znajduje się poza naszą percepcją i obszarem zainteresowania, w jakiś sposób ukryta lub niewidoczna dla naszego umysłu. Zjawisko to nazywamy **czarną skrzynką**. Wcześniej w tej książce dowiedzieliśmy się, że informatycy często używają tego pojęcia, aby zaznaczyć, że w przypadku jakiegoś programu komputerowego lub urządzenia sprzętowego nie są zainteresowani szczegółami jego algorytmów wewnętrznych czy rozwiązaniami technicznymi. Ale prawda jest taka, że czarne skrzynki otaczają nas dosłownie wszędzie, nie tylko w aplikacjach IT i najnowszych gadżetach technologicznych. W dzisiejszych czasach nie wiemy dokładnie, jak działa system bankowy (i gdzie dokładnie znajdują się nasze pieniądze, gdy wpłacimy je na konto), z czego robione są zwykłe produkty spożywcze (i w jaki sposób), co naprawdę dzieje się, gdy zamawiamy pizzę (po prostu ją jemy i nie zastanawiamy się, kto, gdzie i w jaki sposób ją wypiekał oraz jak została dostarczona). Tak, patrzymy na wiele rzeczy wokół nas, zakładając po prostu, że wszystkie są po to, aby spełniać nasze wymagania, odpowiadać na pytania lub działać w odpowiedzi na nasze prośby. XXI wiek to świat usług (ze wszystkimi możliwymi znaczeniami tego rzeczownika), o którym tak naprawdę nic nie wiemy. Wprowadzamy dane wejściowe i otrzymujemy dane wyjściowe, nie poświęcając ani sekundy na zastanowienie się nad tym, co sprawia, że pierwsze przekształcają się w drugie (rys. 2).

Co ważne, możemy zobaczyć wyraźny trend w tej kwestii. Karl Popper², uznany za jednego z największych filozofów nauki XX w., zidentyfikował trzy powody, z których przynajmniej jeden musi być prawdziwy, aby jakakolwiek nowa teoria (w ogólności) zastąpiła starą: nowa teoria jest albo bardziej ogólna, albo bardziej precyzyjna, albo prostsza. To sprawia, że teoria uznawana jest przez naukowców za „lepszą”. Dokładnie ten sam zestaw funkcji powoduje, że inne rzeczy są bardziej popularne, bardziej użyteczne lub częściej kupowane. Wiercie lub nie, ale te trzy sposoby ewolucji napędzają zmiany na świecie, od informatyki do rolnictwa. Powoduje to również powolne i stałe powiększanie czarnych skrzynek w różnych gałęziach nauki i technologii. Pomyślmy o historii współczesnej informatyki. Wszystko zaczęło się od elektromechanicznych maszyn obliczeniowych,

które zostały zbudowane podczas drugiej wojny światowej – jedną z najbardziej znanych jest prawdopodobnie Bomba skonstruowana przez Alana Turinga i jego kolegów, która umożliwiła odszyfrowanie tajnych wiadomości nazistowskiej Enigmy, a tym samym zwiększyła szanse aliantów na wygranie największego konfliktu, jakiego nasza cywilizacja kiedykolwiek doświadczyła. Twórcy takich urządzeń znali dokładnie sposób ich działania – potrafili przełączać lub modyfikować określone części maszyn, aby działały szybciej lub naprawiać błędy obliczeniowe. Mimo to, gdy komputery zaczęły osiągać dzisiejszy kształt, programiści zaczęli pracować na coraz wyższych poziomach – na początku operowali kodami binarnymi, potem przeszli od prostych do coraz bardziej złożonych komend, w końcu zaczęli pracować z bardziej zaawansowanymi frameworkami³. Prawda jest taka, że w dzisiejszych czasach praca większości programistów ma niewiele wspólnego z prostymi operacjami matematycznymi, a jeszcze mniej z samym sprzętem. Korzystają z ogromnych frameworków, które zapewniają wiele funkcji *ad hoc*, a wszystko poniżej tego poziomu staje się dla nich czarną skrzynką. Programiści, począwszy od matematyków, poprzez wynalazców aż po naukowców i rzemieślników, w końcu stali się zaawansowanymi użytkownikami. Postępują zgodnie z dobrymi praktykami, sugestiami zewnętrznymi i precyzyjnymi standardami. Coraz mniej jest miejsca na swobodne myślenie i wypróbowywanie nieoczekiwanych rozwiązań – wszystko to ze względu na globalne trendy skupione na czasie i realizacji. Pracownicy IT specjalizują się w wąskich tematach, a ich czarna skrzynka jest większa niż kiedykolwiek wcześniej. Większość technik i rozwiązań IT jest traktowana jako rzecz oczywista. Jest to jeden z powodów, dla których nagle usłyszeliśmy o słabym punkcie (luce w zabezpieczeniach) dotyczącym większości mikroprocesorów na świecie – sprzęt niskiego poziomu jest zwykle ignorowany przez społeczność IT, traktowany jako czarna skrzynka, która była i zawsze będzie...

Czarna skrzynka jest zjawiskiem powszechnym i obejmuje coraz więcej dziedzin. A szczególnie interesujące w stosowanych obecnie metodach sztucznej inteligencji jest to, że efekt czarnej skrzynki jest tu znacznie bardziej widoczny niż w innych gałęziach nauki. Dlaczego? Wyobraźcie sobie aplikację opartą na sztucznych sieciach neuronowych. Jak już wiemy, proces uczenia się opiera się głównie na prezentowaniu danej sieci zbioru uczącego i jednoczesnym dostarczaniu oczekiwanej odpowiedzi. Gdy zbiór uczący jest wystarczająco duży (i wystarczająco dobrze przygotowany), sieć zaczyna rozpoznawać wzorce ukryte w próbkach i wkrótce jest w stanie prawidłowo odpowiedzieć na pytania, które nigdy wcześniej nie zostały jej zadane. Ale co robią programiści, jeśli system popełni jakieś konkretne błędy? Czy przeglądają jego strukturę i ręcznie modyfikują wagi, czy też dodają lub usuwają poszczególne neurony? Ależ nic podobnego! Z pewnością zidentyfikowanie „lokalizacji błędu” byłoby zbyt czasochłonne w sieci składającej się z setek warstw i tysięcy pojedynczych neuronów. O wiele łatwiej jest przygotować jeszcze jeden przykład, aby pokazać sieci, jak prawidłowo

odpowiedzieć na problematyczne pytanie. Jeśli się nad tym zastanowić, analogia jest dość oczywista – robimy dokładnie to samo, ucząc innych. Nikt tak naprawdę nie modyfikuje niczego ręcznie w czyjejs głowie (OK, prawie nikt – istnieją badania nad chirurgią neuronową, które mogą pomóc w niektórych upośledzeniach fizjologicznych). Z pewnością znacznie łatwiej jest raz jeszcze wyjaśnić uczniowi trudny przykład i spróbować w jakiś sposób zaszczyć mu prawidłową odpowiedź ... chociaż niektórzy nauczyciele mogą się z tym stwierdzeniem nie zgodzić. Interesującą obserwacją jest więc to, że z tego punktu widzenia już teraz znacznie bardziej wchodzimy w interakcję ze sztuczną inteligencją (choć silnej sztucznej inteligencji nie ma jeszcze na horyzoncie!) niż z ludźmi czy z innymi urządzeniami. Nawet nie znamy myśli ludzi, którzy są naszymi najbliższymi przyjaciółmi. Podobnie sztuczna inteligencja staje się jedną wielką czarną skrzynką.

Z powyższych słów możecie odnieść wrażenie, że krytykuję dzisiejszy świat, będący populacją konsumentów niezainteresowanych tym, skąd pochodzą otrzymywane produkty, pomysły lub usługi. Ale daleko mi do dezaprobaty naszej cywilizacji i forsowania poglądu, że wszyscy powinniśmy próbować wiedzieć i rozumieć wszystko. Moim zdaniem takie próby spowodowałyby, że nauka i technologia rozwijałyby się znacznie wolniej, a nawet w pełni by się zatrzymały. Więc nie bądźcie rozczarowani. Czarna skrzynka to naturalny sposób działania naszego mózgu, aby filtrować ważne fakty i pozwolić nam (dzięki filtrowaniu) radzić sobie z ogromną ilością informacji. Nie możemy grzebać w szczegółach. Wieżowiec musimy postawić na pewnych fundamentach. Jednak najważniejsze to pamiętać, że czarna skrzynka zawsze tam jest. Zwykła świadomość tego faktu jest często wystarczająca, aby zobaczyć znacznie więcej niż inni.

Zachować pracę jak najdłużej

Odkąd pierwszy program SI został uruchomiony i skutecznie zastosowany, stało się jasne, że prędzej czy później sztuczna inteligencja zmieni przyszłość naszej cywilizacji. Nie jest też niczym nowym, że postęp technologiczny zmienia sposób, w jaki pracujemy i żyjemy. Kiedy coraz częściej zaczęto wykorzystywać w pełni zautomatyzowane linie produkcyjne, uzmysłowiliśmy sobie, że będzie to miało bezpośredni wpływ na światowy rynek pracy. Jedną linią sterowaną komputerowo zastąpiła dziesiątki pracowników fizycznych. Ogromne fabryki, które wcześniej zatrudniały setki osób, obecnie pracują efektywnie z zaledwie kilkoma pracownikami technicznymi. A gdy sztuczna inteligencja stanie się jeszcze popularniejsza, ten trend tylko przyspieszy. Naukowcy, ekonomiści i analitycy zgadzają się co do tego aspektu przyszłości (a to coś, co nie zdarza się często): większość dzisiejszych zawodów prędzej czy później po prostu zniknie, zostaną w pełni zastąpione przez maszyny, a wiele z nich zaginie w ciągu najbliższych kilku lat. Jeśli pomyślimy o zautomatyzowanych systemach nawigacyjnych opartych na GPS lub o bezpłatnych tłumaczach online dla zdumiewającej liczby języków, szybko zauważymy, że obecność człowieka tradycyjnie związana z tymi zajęciami (które swoją

drogą wymagającą długich lat kształcenia) już niedługo będzie zbyt rzadka. I niewiele możemy na to poradzić – chodzi o prosty i brutalny rachunek zysków i strat, będący krwiobiegiem każdej firmy. Jeśli można coś zrobić za darmo za pomocą maszyny, która nigdy się nie męczy, nigdy nie idzie na zwolnienie lekarskie, nigdy nie narzeka i może pracować skutecznie siedem dni w tygodniu 24 godziny na dobę, to prawdopodobnie nie zdecydujemy się na zatrudnienie człowieka na tym stanowisku. Skala tego trendu jest już widoczna w niektórych branżach i stała się przedmiotem międzynarodowych dyskusji. Wysoki poziom bezrobocia jest z pewnością jednym z czynników, których każde społeczeństwo stara się unikać, ponieważ zakłóca międzypokoleniową równowagę finansową, co z kolei wpływa na wysokość i poziom świadczeń medycznych i emerytalnych. Osoby niezdolne do pracy (z powodu maszyn zajmujących ich dotychczasowe stanowiska) nie osiągną standardu życia, do którego są przyzwyczajone, ani nie zaoszczędzą pieniędzy na starość. Oprócz wszystkich innych negatywnych skutków taka tendencja pośrednio wpływa na wzrost niepokoju społecznych i poziomu przestępczości. Dlatego już teraz planowane jest włączenie robotów do ludzkich systemów podatkowych. Przedsiębiorstwa korzystające z maszyn zamiast zatrudniania ludzi prawdopodobnie zostaną zobligowane do uiszczania opłat (jak w przypadku pracowników-ludzi) w celu zachowania równowagi rachunków narodowych. Rozwiązania na szczeblu rządowym są z pewnością ważne, ale czy jest coś, co możemy zrobić z naszej strony, aby opóźnić nasze bezrobocie i zachować bezpieczeństwo na rynku pracy?

Ktoś kiedyś powiedział, że kluczem do sukcesu zawodowego w każdej firmie jest bycie niezastąpionym w codziennych obowiązkach. Im więcej osób wykonuje wasze zwykłe obowiązki, tym mniej jesteście pewni swojej przyszłości. Nic dziwnego, że ta sama złota zasada powinna być stosowana zawsze, gdy czujemy się niekomfortowo z powodu gwałtownego rozwoju sztucznej inteligencji w naszej gałęzi rynku. Po pierwsze trzeba być ekspertem wysokiego szczebla w swojej dziedzinie. Nawet jeśli maszyny mają zastąpić waszą profesję, oznacza to redukcję zatrudnienia wśród pracowników niższego szczebla, a nie zwalnianie absolutnie wszystkich. Nawet w dalszej przyszłości nadal znajdzie się miejsce dla najlepszych ekspertów – na koniec dnia pracy ktoś musi skontrolować sztuczną inteligencję, przeprowadzić jej testy okresowe, monitorować jej zachowanie i być jej nauczycielem lub mentorem. Tego rodzaju umiejętności z pewnością nadal będą w cenie. Zatem bez względu na zawód – wykonujcie go jak najlepiej. Warto również wspomnieć, że zmiany, które właśnie zachodzą, nie tylko ograniczą i wyeliminują niektóre zawody, ale mogą jednocześnie przywrócić światu te profesje, które dotychczas były niezauważane i niedocenione albo określane jako nieprzydatne lub zbyt abstrakcyjne. Głos antropologów, którzy obecnie badają odległe plemiona z dorzecza Amazonki i prowadzą wykopaliska, może wkrótce zostać doceniony przez rozmaitych ekspertów i polityków, jako ten, który pomoże odkryć i zrozumieć, w jaki sposób sztuczna inteligencja modyfikuje nasz styl życia i umiejętności społeczne

oraz jakie ryzyko stoi za tą modyfikacją. Behawioryści, obecnie niekiedy traktowani jako ekscentrycy, i fizjologowie zwierząt domowych z pewnością staną się dobrze opłacanymi i pożądanymi pracownikami – im bardziej niezależne staną się maszyny, tym ważniejsze będzie zrozumienie ich celów i zachowań (zwłaszcza w przypadku silnej sztucznej inteligencji). Etycy omawiający aspekty dobra i zła w zaciśnięciu uniwersytetów będą proszeni o przygotowanie zasad, których powinny przestrzegać komputery, na przykład aby nauczyć je mądrze (i uczciwie) wybierać między dwoma żądaniami od dwóch różnych użytkowników stojących do siebie w opozycji. Wreszcie filozofowie, zwykle ignorowani przez ludzi techniki w dzisiejszych czasach, mogą być jedynymi, którzy są wystarczająco otwarci, aby obiektywnie mówić o sztucznej inteligencji i próbować przewidzieć przyszłość naszej cywilizacji. Listę tę można by wydłużyć jeszcze bardziej...

Z drugiej strony, nie mniej ważne jest odróżnienie nas samych od maszyn. Aby chronić swoją pozycję, uczynić ją wyjątkową i udowodnić, że nasze działania trudno będzie zastąpić zautomatyzowanymi algorytmami. Im bardziej powtarzalna jest praca, tym większa szansa, że niektóre jej etapy będą wkrótce sterowane komputerowo. Jeśli nie chcemy być zastąpieni przez automat, sami nie zachowujmy się jak maszyna – nie działajmy mechanicznie, unikajmy pracy według skryptów i list kontrolnych, skupmy się bardziej na własnym doświadczeniu i intuicji (czyli na tym, co – być może – nigdy nie stanie się cechą maszyny). Zamiast ślepo podążać za stereotypami i dobrymi praktykami, rzućmy im wyzwanie i wypróbujmy własne, może lepsze rozwiązania. Przekraczajmy standardy, przeprowadzajmy eksperymenty; odkrywajmy nowe rzeczy, zamiast podążać tam, gdzie wiodą nas utarte szlaki. Opracujmy własne wzorce i metody. Bądźmy kreatywni. Wszystko to może pomóc nie tylko uniknąć degradacji wynikającej z coraz większego udziału komputerów, ale także znaleźć prawdziwą pasję i stać się cennym pracownikiem nawet już teraz, w czasach przed silną sztuczną inteligencją. Możemy znaleźć jakąś miłą analogię między tymi sugestiami a historią sztuki. Prawdopodobnie słyszeliście o impresjonizmie, nurenie w sztuce charakteryzującym się otwartą kompozycją i widocznymi pociągnięciami pędzla. Głównym celem impresjonizmu było podążanie za emocjami i próba ich uchwycenia. Ruch narodził się na początku lat 60. XIX w., kiedy to kilku młodych malarzy, między innymi Claude Monet, postanowiło zaprezentować ten styl światu. Na początku impresjonizm pozostawał niezauważony lub wręcz wyśmiewany przez innych malarzy, ale później zdobył powszechne uznanie, przynosząc Monetowi nieśmiertelną sławę (jego obraz z 1872 r. zatytułowany *Impresja. Wschód słońca* dał nazwę całemu ruchowi artystycznemu). Monet szybko zyskał ogromną grupę zwolenników, którzy sami byli również utalentowanymi artystami, choć pozostającymi pod jego silnym wpływem. Podobnie ma się rzecz z obecnym rozwojem sztucznej inteligencji i jej zastosowań stających się szeroko wykorzystywanymi narzędziami. Systemy SI z każdą nową iteracją są w stanie coraz lepiej znajdować nowe rozwiązania lub rozgryzać konkretne problemy. Nadal

jednak nie są w stanie zaproponować nowatorskich metod czy trendów, zupełnie odmiennych od tego, czego były nauczone wcześniej. Narzędzia sztucznej inteligencji to utalentowani epigoni, którzy doskonale naśladowają czyjś styl. Podobnie jak zespół grający covery – może to być wspaniała rozrywka, ale czegoś zawsze brakuje... Jeśli nawet obawiacie się, że sztuka lub kreatywność ludzkości jest już martwa, nie stawiajcie na niej jeszcze krzyżyka. Dzisiejsza sztuczna inteligencja naśladuje nasz sposób pracy, ale podobnie jak w przypadku ludzi nadal istnieje ogromna przepaść między naśladowcą a liderem. Prawdziwa kreatywność daje nam potencjał absolutnie niedostępny dla maszyn istniejących obecnie i dlatego tak istotne jest kultywowanie tej cechy w nas samych. Im mniej działamy zgodnie ze stereotypami (które w rzeczywistości są jakimś algorytmem), tym bardziej otwieramy nasze umysły i tym większą mamy szansę na utrzymanie się na powierzchni, a w przyszłości – na zostanie czymś w rodzaju partnerów dla ogólnej sztucznej inteligencji.

Przy każdym pobycie w Londynie staram się odwiedzić Galerię Narodową przynajmniej na chwilę, żeby zobaczyć mój ulubiony obraz – *Słoneczniki* Vincenta van Gogha. Bez względu na to, czy jest to wynik geniuszu, czy może epizodów psychotycznych, ta pozornie trywialna martwa natura (zwykły wazon z kwiatami) jest w rzeczywistości powszechnie uznawana za absolutnie unikalne arcydzieło. Ale jest jeszcze jedna rzecz, o której warto wspomnieć. Reprodukcję tego obrazu wykonaną w ultrawysokiej rozdzielczości (i w milionach odcieni) można znaleźć w internetowej bibliotece cyfrowej, co pozwala na analizę nawet najmniejszych elementów w tysiąckrotnym powiększeniu. Niemniej tylko stojąc przed oryginałem w Galerii Narodowej, można zobaczyć grubsze warstwy farby w poszczególnych partiach malunku, uznawane za znak rozpoznawczy stylu van Gogha. Dlatego żadna reprodukcja komputerowa nie jest w stanie oddać piękna tego dzieła – będzie tylko pustym plikiem. Może to tylko miła metafora tematu, który omawiamy – nawet jeśli pewnego dnia sztuczna inteligencja będzie w stanie naśladować wszystkie nasze działania, to czy kiedykolwiek stanie się człowiekiem? Raczej nie. Zawsze będzie brakować jeszcze kilku warstw – czegoś, co niekoniecznie łatwo dostrzec na pierwszy rzut oka, ale co jest niezbędne, aby było prawdziwe.

Wcześniejsza dyskusja na temat tego, jak się chronić przed zastąpieniem przez maszynę w pracy jest z pewnością ważnym tematem. Każdy, kto jest obecnie aktywny zawodowo (niezależnie od tego, co jest jego domeną), musi teraz zacząć o tym myśleć. Dotyczy to również dzisiejszych uczniów szkół średnich, którzy właśnie mają wybrać profesję – zastosowania sztucznej inteligencji z każdym dniem obejmują coraz więcej obszarów. Proces zmian na poziomie globalnym już się rozpoczął i z pewnością rewolucja całkowicie odmieni rynek pracy w ciągu najbliższych dwóch dekad. Obecnie inżynier oprogramowania jest synonimem dobrej pensji, statusu społecznego i łakomego kęsa dla rekruterów, ale osoba urodzona dzisiaj może nie znaleźć pracy w tym zawodzie za 25 lat, gdy skończy studia. Co ważne, omawiamy tylko kilka następnych dziesięcioleci. Jeśli pomyślimy o tym, jak sztuczna

inteligencja może wpłynąć na naszą cywilizację i nas samych jako ludzi w ciągu najbliższych kilku pokoleń, nie będzie to już przedmiotem rozważań o kwestiach zawodowych, lecz raczej pytaniem o istoty ludzkie jako takie oraz o ich ewolucję umysłową. Jak już wspomnieliśmy wcześniej w tym rozdziale, osobliwość to moment, w którym sztuczna inteligencja stanie się świadoma, kreatywna i zdolna do rozwoju oraz zmian w kierunku własnych bardziej zaawansowanych wersji. Kiedy dokładnie ta chwila nadejdzie? Nikt tak naprawdę nie wie, ale rozrzut odpowiedzi wśród najlepszych ekspertów waha się od zaledwie kilku lat do ponad siedmiu dekad. Jedno jest pewne – ten moment oznacza koniec ludzkich wynalazków – wszystkie badania będą planowane, wykonywane i wprowadzane przez sztuczną inteligencję szybciej niż my ludzie będziemy w stanie w ogóle wpaść na dany pomysł. Komputery zaczną szybko kontrolować wszystkie aspekty cywilizacji, począwszy od produkcji i rolnictwa, poprzez komunikację i transport, a skończywszy na leczeniu, globalnym zarządzaniu oraz naszych codziennych rozrywkach i aktywnościach. Możemy się spodziewać, że ludzie w dobie osobliwości nie będą musieli pracować i będą dostawać wszystkie produkty i usługi na żądanie bez specjalnego wysiłku i problemów. Co chcesz – to dostaniesz. Czy to oznacza świat naszych marzeń? Możliwe. Ważniejsze jest jednak to, że zmieni to również nas samych. Wyobraźmy sobie, że tak naprawdę nic nie musimy robić. Czy bylibyśmy wystarczająco zmotywowani, żeby podejmować jakiekolwiek trudne czynności? Wierzę, że nasza przyszłość może pójść jedną z dwóch głównych ścieżek. Pierwsza z nich oznacza, że ludzie będą chcieli uczyć się więcej od maszyn, poszerzać swoją wiedzę i umiejętności, być jeszcze bardziej kreatywni, będąc uczniami lub partnerami sztucznej inteligencji. Niesamowita wiedza i umiejętności, do których wcześniej nie mieliśmy dostępu, mogą pomóc nam lepiej zrozumieć zarówno otaczający nas świat, jak i nas samych. Możemy skończyć jako cywilizacja filozofów i artystów czerpiących przyjemność nie tylko z produktów i usług, lecz także – a może przede wszystkim – z twórczych dyskusji, wspaniałych dzieł sztuki i wysokiego poziomu spokoju wewnętrznego. Ale możemy też iść w przeciwnym kierunku. Jeśli wszystko zostanie nam po prostu dane, może zaistnieć pokusa, aby nie robić nic i cieszyć się lenistwem. Nawet dziś możemy zauważyć tego rodzaju tendencje. Zaawansowana technologia ogranicza nasze umiejętności, ponieważ nie są już potrzebne. Ponieważ jesteśmy w stanie korzystać z systemów GPS w skali globalnej, coraz mniej jest osób, które umieją przemieszczać się, korzystając z tradycyjnej mapy; pojawiają się problemy społeczne w czytaniu prostych map lub określeniu swojego położenia topograficznego bez dodatkowych urządzeń (za pomocą obserwacji Słońca i gwiazd, wzrostu roślin itp.). Ludzie coraz łatwiej się gubią i czują coraz większy niepokój podczas podróży bez telefonu komórkowego. To samo widać w przypadku pisania – przez używanie komputerów lub urządzeń mobilnych do pisania niektórzy ludzie stracili zdolność wyraźnego pisania odręcznie. Straciliśmy wiele umiejętności ortograficznych i gramatycznych z powodu darmowych programów do sprawdzania pisowni

dostępnych w wielu aplikacjach (ja też używam takiego programu teraz, podczas pisania tej książki – naprawił już kilka błędów w tym paragrafie).

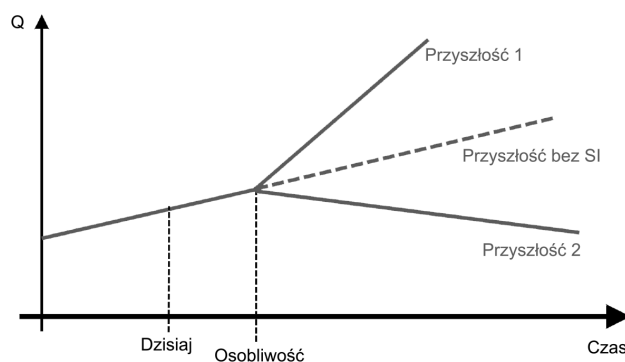
Tak więc, niestety (choć być może jest to coś, o co nie powinniśmy się martwić?), to właśnie w tym kierunku może zmierzać cywilizacja. Może przestaniemy używać skomplikowanych urządzeń, ponieważ zostaną one zastąpione komendami głosowymi, a umiejętności matematyczne będą jednymi z pierwszych, które zanikną. Co wtedy? Będziemy coraz mniej czytać i pisać, powoli stając się analfabetami. Nie będziemy umieli myśleć abstrakcyjnie i pojmować złożonych idei, zredukujemy się do prostych konsumentów o wąskich horyzontach, bez pomysłów, kreatywności i marzeń... Jeśli czujecie zdenerwowanie na myśl o takim biegu spraw, pamiętajcie, że owszem – to jest prawdopodobne, ale pierwszy scenariusz jest również możliwy. I wreszcie, dla pierwszego pokolenia żyjącego z osobliwością decyzja, w którą stronę iść, będzie decyzją osobistą. Inni ludzie mogą nas bardzo zmienić, mogą ograniczyć nasze ruchy i działania, ale umysł zawsze pozostaje wolny. Dlatego pozostanie otwarci i nigdy nie podążajcie najłatwiejszą ścieżką. To jest recepta na kreatywność i przełomowe wynalazki dnia dzisiejszego, a jak widać, jest to również przewodnik po przyszłości ludzkości... (rys. 3).

Anioły i demony

Wspomniałem wcześniej, że wśród twórców sztucznych sieci neuronowych znacznie bardziej popularne jest naprawianie nieoczekiwanych zachowań systemu poprzez prezentowanie nowszych i bardziej odpowiednich przykładów do nauki niż próby ręcznej zmiany czegośkolwiek w strukturze sieci. Stajemy zatem przed nowym wyzwaniem: mamy nie tylko zmodyfikować narzędzie, lecz także zrozumieć, co ono „myśli i planuje zrobić” (niezależnie od tego, co te dwa czasowniki naprawdę tutaj oznaczają). Zrozumienie jest kluczem do przyszłości i musimy zaakceptować fakt, że w miarę jak techniki sztucznej inteligencji stają się coraz bardziej złożone i bliższe silnej sztucznej inteligencji, będziemy w stanie pojmować coraz mniejszą liczbę ich predyspozycji. Po zastanowieniu możemy określić poziom umiejętności sztucznej inteligencji z perspektywy ludzkich zdolności. Ponumerujemy je od 0 do 4, co będzie odpowiadać przyszłej osi czasu:

Poziom 0 – możemy: większość obecnych aplikacji SI na pewno jest teraz na tym poziomie. Innymi słowy, systemy naśladują niektóre z naszych zdolności i funkcji, więc nie mamy problemu ze zrozumieniem lub powtórzeniem tych zautomatyzowanych działań. Jeśli z jakiegoś powodu aplikacja nie działa, możemy (dzięki naszej wiedzy i umiejętnościom) ją zastąpić; może wolniej, ale nadal jest to dla nas wykonalne. Tak więc, na przykład w przypadku systemu OCR używanego przez kamery monitorujące do odczytywania tablic rejestracyjnych – człowiek także może przeanalizować nagranie „na piechotę” i po prostu zanotować numery.

Poziom 1 – nie możemy, ale wiemy jak: ten poziom oznacza, że systemy SI są w stanie wykonać pewne konkretne



↑ Rys. 3. Przyszłość. Jaką drogę obiorą przyszłe pokolenia?

działania w sposób, z którym nie jesteśmy w stanie konkurować ze względu na nasze ograniczenia. Mimo to w pełni rozumiemy wewnętrzną strukturę aplikacji i wiemy, jak funkcjonuje. Jesteśmy również w stanie przewidzieć zasady, których przestrzega sztuczna inteligencja. Czy mamy już takie systemy? Może to być przerażające na pierwszy rzut oka, ale odpowiedź brzmi: tak. Przypomnijmy sobie AlphaGo, opisaną w rozdziale 3. Ten system pokonał mistrza świata w grze Go. Niektóre ruchy systemu zostały uznane za niezwykle kreatywne i nigdy wcześniej niestosowane przez ludzi (mimo że gra ma tysiące lat). Co to naprawdę oznacza? Z pewnością nie osiągniemy poziomu AlphaGo. Co jeszcze bardziej interesujące, nie jesteśmy w stanie zmierzyć jego poziomu umiejętności! W grach planszowych, takich jak szachy, Go itp., poziom poszczególnych graczy jest zwykle ustalany na podstawie wyników meczu. Tak więc, jeśli wygramy z silnym graczem, nasze miejsce w rankingu poprawi się, a po pewnej liczbie sukcesów, możemy dostać się do mocniejszej grupy. Miejsce w rankingu jest precyzyjnie zdefiniowane, ponieważ jesteśmy częścią złożonego mechanizmu opartego na interakcjach i konkurencji. AlphaGo, jako arcymistrz, nie ma z kim konkurować. Fascynujące jest to, że nawet jeśli umiejętności AlphaGo będą jeszcze bardziej rozwijane, to nie będzie nikogo o wystarczających kwalifikacjach, aby to zweryfikować. AlphaGo to z pewnością dopiero początek ogromnych zmian, które są przed nami. Nie ma tu prawdziwego problemu – najgorsze, co może się zdarzyć, to to, że po prostu nie będziemy w stanie określić, jak silnym jest graczem. Ale jeśli pomyślimy o autonomicznych samochodach przyszłości, które będą znacznie lepszymi kierowcami niż my, ten nieznaczny problem może nagle stać się istotnym. Jak będziemy sprawdzać, czy samochód jest w pełni bezpieczny? Jak będziemy mogli zmierzyć jego umiejętności, skoro już są lepsze od naszych? Będziemy wiedzieć, jak coś działa, ale nie będziemy w stanie łatwo tego zweryfikować.

Poziom 2 – nie wiemy jak, ale wiemy co: jest to pierwszy z poziomów przyszłości, których jeszcze nie osiągnęła żadna aplikacja istniejąca obecnie. Odnosi się on do systemów, które po serii aktualizacji (lub, co bardziej prawdopodobne, samoaktualizacji) staną się tak złożone z perspektywy kodu lub technologii, że nie będziemy w stanie zrozumieć ich

mechanizmów. W dzisiejszych czasach, choć nie potrafimy szybko wytłumaczyć zastosowania pojedynczego sztucznego neuronu, możemy szukać i próbować wielu opcji, aż w końcu go zbadamy – czasochłonne, ale wykonalne. Poziom 2 oznacza, że złożoności systemu i generowanych koncepcji nie będą mogli prześledzić ich ludzcy twórcy. Wyobraźmy sobie bardzo złożony dowód matematyczny (taki jak 200-stronicowy dowód ostatniego twierdzenia Fermata, stworzony przez Andrew Wilesa) – niewielu ludzi rozumie jego kroki koncepcyjne. Idąc dalej, wyobraźmy sobie taki dowód (np. znaleziony w statku kosmicznym obcej cywilizacji), którego nikt nie jest w stanie zrozumieć. Przykładem może być system, który optymalizuje transfer energii tak, aby zminimalizować straty przesyłowe i który uwzględnia różne parametry (w tym zmiany w żądaniach, prognozach pogody itp.) – nikt tak naprawdę nie zrozumie, w jaki sposób dokonuje dokładnej analizy, ale jego działania (oszczędzanie przesyłanej energii) będą jasne dla wszystkich. To jest poziom 2 i czy tego chcemy, czy nie, musimy przygotować się na jego erę, może nawet wcześniej, niż początkowo oczekiwaliśmy. Musimy nauczyć się ufać maszynom. I znaleźć sposób na taki ich rozwój, aby były godne zaufania.

Poziom 3 – nie wiemy co, ale wiemy dlaczego: na poziomie 2, nawet jeśli mechanizm jest zbyt skomplikowany, aby go zrozumieć, nadal wiemy, co robi potencjalny system. Jego działania (choć zbyt skomplikowane, aby je przeprowadzić) pozostają proste z punktu widzenia użytkownika (lub czarnej skrzynki). Poziom 3 idzie jeszcze dalej. Odnosi się do złożonych systemów przyszłości, w których zrozumiały będzie tylko ogólny cel. Możemy wyobrazić sobie globalny system, który kontroluje transgraniczną komunikację drogową, jednocześnie stara się ograniczyć zanieczyszczenie powietrza, korki i liczbę wypadków. System ten wykonywałby tysiące czynności dziennie, czasami zupełnie niejasnych dla użytkowników (np. zamykanie określonej drogi lub blokowanie skrzyżowania na kilka minut) głównie ze względu na brak pełnego oglądu sytuacji (system rozpoznawałby potencjalne zagrożenia znacznie wcześniej niż my). Jednak ostateczne cele, które napędzałyby działania systemu SI, byłyby precyzyjnie zdefiniowane i zaakceptowane przez społeczeństwo. Możemy sobie wyobrazić ludzi mówiących lub myślących: „Nie wiem, dlaczego ta droga jest znowu zamknięta, ale wiem, że system dobrze to kontroluje. I to dla nas bardzo dobre. Ruch uliczny jest mniejszy, a powietrze lepsze. Tak więc nie wiem, co się tutaj dzieje, ale z pewnością musi to być ważne dla płynności, bezpieczeństwa i ekologiczności komunikacji drogowej”.

Poziom 4 – nie wiemy dlaczego: tutaj osiągamy ostateczny poziom percepcji umiejętności. Poziom, który często omawiamy i który wywołuje wiele emocji zarówno w branży IT, jak i wśród zwykłych ludzi; poziom, który będzie prostą konsekwencją ewolucji technologicznej i z tego powodu będzie nieunikniony. Ten poziom oznacza, że nie będziemy w stanie zrozumieć motywacji stojącej za działaniami SI. Parafrazując

zdanie użytkownika końcowego z poziomu 3, usłyszeliśmyby coś mniej więcej w stylu: „Nie mam pojęcia, co się dzieje, ale z pewnością musi być ku temu jakiś powód”. Poziom 4 zostanie osiągnięty, gdy tylko aplikacje SI staną się silne, będą świadome, kreatywne i zmotywowane. W momencie, gdy sztuczna inteligencja będzie w stanie sama się unowocześnić i określić własne cele, jednocześnie pomijając ludzi w tym procesie, nie będziemy w stanie odgadnąć, dlaczego dana decyzja jest podejmowana. Dobrą rzeczą jest to, że sztuczna inteligencja będzie rozwijać się spontanicznie i szybko, nie zatrzymywana przez ograniczenia naszych umysłów; ryzyko jest takie, że nie będzie można jej kontrolować, a w momencie, gdy zauważymy jakiegokolwiek niepokojące objawy, może być już za późno, aby wyjąć wtyczkę z gniazdka...

Czy to oznacza, że przyszłość jest mroczna i nie ma już dla ludzi nadziei? Z pewnością tak nie jest. Całkiem możliwe, że sztuczna inteligencja przyszłości (szczególnie silna sztuczna inteligencja) zmieni nasz świat w raj. Pomyślmy o wszystkich znanych dziś chorobach śmiertelnych, dla których tysiące naukowców szuka lekarstwa, jak na razie z niewielkimi sukcesami. Dla silnej, kreatywnej sztucznej inteligencji wyposażonej w cyfrowy zbiór całej naszej wiedzy (przechowywanej już w Internecie i łatwo dostępnej dzięki zaawansowanym wyszukiwarkom i ze swobodnym wglądem do wszelkich potrzebnych zasobów czy faktów) może potrzebować zaledwie miesiąca lub tygodnia, aby opracować kompleksowe leczenie jakiejś choroby. Rok pracy SI może doprowadzić do etapu, w którym wszystkie znane choroby są uleczalne lub ich rozwój jest zatrzymywany w przypadkach, w których konsekwencji danego schorzenia nie można już odwrócić. Produkcja leków i przygotowanie dystrybucji na cały świat może trwać rok lub dwa lata. Sny są na wyciągnięcie ręki... Taki sam system pomoże kontrolować masową produkcję i rolnictwo. Obecnie miliardy dolarów przeznaczają się na zaopatrywanie w żywność najbardziej ubogich części świata, na przykład wielu regionów Afryki. Jednak pieniądze to z pewnością nie wszystko – miliony ludzi cierpią głód, tysiące umierają co miesiąc z powodu braku wody. Jak obliczyli ekonomiści, najbogatszy 1% populacji globalnej posiada połowę światowego bogactwa. Choć w jednej części planety pieniądze są synonimem luksusu, gdzie indziej te same dolary oznaczają po prostu przetrwanie. Sztuczna inteligencja (przynajmniej na początku) z pewnością nie będzie mogła rozdzielać pieniędzy po równo – bogaci dołożą wszelkich starań, aby tak się nie stało. Ale nie jest to problemem. Dla najbardziej ubogich ludzi pieniądze nie są najważniejszą potrzebą – ich głównymi troskami są jedzenie, woda i schronienie. I właśnie w tym miejscu sztuczna inteligencja może szybko pomóc. Optymalny projekt nawadniania terenu oraz armia dronów i droidów, których obowiązkiem będzie całodobowa uprawa roślin, odsalanie wody i zaopatrzenie w wodę, może w ciągu dekady zmienić najbardziej suchy kontynent świata w miejsce bezpieczne dla jego mieszkańców, a może nawet po kolejnej dekadzie Afryka będzie zielona, gdy spojrzysz z kosmosu. Niezależnie od tego, co się robi,

najważniejsze jest zaangażowanie człowieka, co z założenia oznacza konieczność poniesienia ogromnych kosztów, żeby wynagrodzić osoby, które mają wykonywać jakieś działania. Takie jest fundamentalne prawo ekonomii – nikt nie pracuje za darmo, bo potrzebuje też pieniędzy, żeby płacić innym ludziom (sprzedawcom, fabryce żywności, właścicielowi ziemi, lekarzom itp.). Pieniądże przechodzą z ręki do ręki, tworząc tysiące magicznych kręgów, które otaczają całą planetę⁴. Oczywiście są wolontariusze, księża i inne osoby, które w ogóle nie biorą pieniędzy za niektóre rzeczy robione dla innych. Taka postawa jest niesamowita i wszyscy powinniśmy być im wdzięczni, ponieważ ci ludzie często nieodpłatnie podejmują wyzwania, których nikt inny nie chce się podjąć. Ale po pierwsze, takich ludzi jest niewiele (niestety zbyt mało), a po drugie, i tak potrzebują pieniędzy, przynajmniej na jedzenie, schronienie, transport itp. Pieniądże niewątpliwie rządzą światem. Ale to może się zmienić dzięki silnej sztucznej inteligencji. Maszyny pracują za darmo, nie potrzebują jedzenia ani odpoczynku. Roboty mogą konstruować kolejne roboty, budować farmy i fabryki, które będą nie tylko samowystarczalne, ale dostarczą (absolutnie) darmowe produkty każdemu, kto będzie ich potrzebował. Pieniądże już nie będą czynnikiem ograniczającym pomoc światu. Niesamowite i nadal możliwe. Osobliwość może być początkiem nowej ery naszej cywilizacji – po raz pierwszy w historii głód, choroby i ubóstwo będą tylko pustymi słowami bez odniesienia do rzeczywistości...

Wszystko, co powiedzieliśmy powyżej, to szczęśliwa ścieżka, raj na Ziemi w najprostszym możliwym opisie. Ale jest też inny droga, na którą świat może wkroczyć, a która jest znacznie mniej optymistyczna, choć cieszy się znacznie większą popularnością w kinematografii. Jeden z najsłynniejszych reżyserów filmowych w historii, genialny Alfred Hitchcock, powiedział kiedyś, że dobry film powinien zacząć się od trzęsienia ziemi, a następnie napięcie ma się tylko zwiększać. Bądźmy szczerzy – film o raju z posłusznymi robotami i szczęśliwymi ludźmi bez śladu niepewności raczej nie przyciągnąłby wielu widzów i nie miałby szans na zacytowanie na biletach. Ponure scenariusze są bardzo popularne w środkach masowego przekazu, ale niestety – również prawdopodobne. Jeden z najpowszechniejszych scenariuszy zakłada, że samoświadome maszyny będą próbowały (z jakiegoś powodu) zniszczyć człowieka. Prawdopodobnie większość czytelników pamięta (a jeśli nigdy tego nie widzieliście – obejrzyjcie!) niesamowity film *Terminator 2 – Dzień Sądu*, o którym wspominałem na początku tego rozdziału. Nie tylko spektakularne efekty specjalne, lecz także świeża, zaskakująca fabuła przyczyniły się do niesłychanej kariery tego obrazu. Skynet (system obrony wojskowej stworzony w celu identyfikacji i eliminacji zagrożeń militarnych) uważa ludzi za wrogów i detonuje przeciwko nim broń jądrową. Czy to naprawdę możliwe? Jak już mówiliśmy, nawet dzisiaj programiści nie są w stanie w pełni śledzić wszystkich „impulsów” w ogromnych i złożonych sztucznych sieciach neuronowych – innymi słowy, nie możemy opisać wszystkich myśli sztucznej inteligencji, więc nie jesteśmy w stanie w pełni

przewidzieć wszystkich konsekwencji i działań wykonywanych przez maszyny. I chociaż prawdopodobieństwo błędu (lub niewłaściwego zachowania) jest znacznie mniejsze niż w przypadku ludzi, musimy pamiętać, że w naszych umysłach są jeszcze inne „blokey” (jak empatia, sumienie, przekonania), od których komputer jest wolny. Jeśli wynik waszych wyliczeń (nawet o wysokiej wartości) wskazuje konieczność zaatakowania kogoś (lub innego kraju), z pewnością ponownie przeanalizujecie taki krok. Światowi przywódcy i inni decydenci są otoczeni przez armie analityków i doradców, a każda decyzja wojskowa jest starannie rozważana przed jej podjęciem. Automatyczne rozporządzenia o takim znaczeniu mogą prowadzić do nieoczekiwanych i niebezpiecznych sytuacji. Co więcej, jeśli nauczymy maszynę rozpoznawać wrogów, zawsze istnieje szansa, że na pewnym etapie wskaże na nas. Tak więc obszary zastosowania sztucznej inteligencji są najistotniejsze. Wykorzystanie sztucznej inteligencji w przemyśle wojskowym zwiększa ryzyko Armagedonu. Dlatego podczas otwarcia jednej z największych na świecie konferencji na temat sztucznej inteligencji w 2015 r. – International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI) odczytano list otwarty z prośbą o zakaz stosowania autonomicznej broni ofensywnej, której ludzie nie mogą w pełni kontrolować. List podpisało ponad 20 000 osób, w tym Stuart Russell⁵, Stephen Hawking⁶, Elon Musk⁷, Noam Chomsky⁸ i wielu innych. Niestety list został, przynajmniej częściowo, zignorowany. W tym samym roku armia USA ogłosiła sukces pierwszej serii testów eskadr zbrojnych dronów atakujących wspólnie cel, komunikujących się ze sobą i współpracujących bez ludzkiego nadzoru.

W 1999 roku rodzeństwo Wachowskich wprowadziło na ekrany kin kolejną nową koncepcję. *Matrix* przedstawia pozornie normalny świat, taki jak ten, w którym wszyscy żyjemy. Ale prawda nie jest widoczna dla większości: wszystko, co dostrzegamy, jest komputerową iluzją, złożoną wirtualną rzeczywistością zwaną Matrixem. Co jest prawdą? Ludzie są uprawiani przez inteligentne maszyny i przechowywani w niewielkich pojemnikach wypełnionych odżywkami w płynie – wszystko po to, aby maszyny mogły zbierać energię elektryczną wytwarzaną przez nasze mózgi. Ludzie zamienieni w baterie – czy tak będzie wyglądać nasza przyszłość? Niedawny niesamowity postęp w technologii wirtualnej rzeczywistości z pewnością nie pozwala nam na wyeliminowanie takiej możliwości. Co więcej, może to być coś pożądanego przez wielu ludzi w przyszłości – szansa na życie w symulowanym i całkowicie bezpiecznym raju, w którym nie można być zranionym ani doświadczyć żadnego rodzaju dyskomfortu. To może być zaskakujące i nie do przyjęcia na pierwszy rzut oka, dopóki nie zastanowimy się nad tym znacznie głębiej: wirtualny świat, który sami kontrolujemy i projektujemy, może być jednym z etapów ewolucji cywilizacji. Powszechnie mówi się, że przyszłość eksploracji świata może podążać jedną z dwóch głównych ścieżek. Będziemy nadal badać wszechświat fizyczny, kopać i nurkować głęboko pod powierzchnią Ziemi, budować rakiety i urządzenia pomiarowe, aby poznawać coraz dalsze rubieże znanego

Wszechświata. Ale istnieje też inna opcja: skupimy się na świecie wirtualnym i zdecydujemy na łatwe tworzenie własnych światów, zamiast zużywać tony energii na odkrywanie tego prawdziwego. W latach 70. XX w. został sformułowany słynny **paradoks Fermiego**: jeśli we Wszechświecie istnieją miliony miliardów gwiazd, a tym samym niezliczona liczba potencjalnych cywilizacji, jak to możliwe, że nie napotkaliśmy żadnych dowodów na ich istnienie? Gdzie one są? Czy to możliwe, że jesteśmy sami w tak wielkiej przestrzeni? A może gdzieś tam istnieją, ale z jakiegoś powodu nie chcą odpowiadać na nasze sygnały? Może na jakimś zaawansowanym etapie każdej cywilizacji (wystarczająco zaawansowanym, aby móc odpowiedzieć) inne cywilizacje decydują się zignorować otaczający świat i skupić się na świecie wirtualnym i pozostać na swojej planecie w zupełnej ciszy... Oczywiście musimy również rozważyć bardziej pesymistyczny wariant. Może osiągnięcie osobliwości jest momentem, w którym kończy się jakakolwiek cywilizacja. Czy sztuczna inteligencja jest ostatnim etapem ewolucji, tajemniczym mechanizmem zaprojektowanym przez naturę w celu wyeliminowania każdego gatunku, który zbyt ją zdominuje?

Kierunek uwięzienia pokazany w *Matrixie* może nie być jedynym. Kino zwykle przedstawia nam złośliwe, złe maszyny, które zamykają nas w klatkach lub próbują nas eksterminować jak robactwo. Ale jeśli pomyślicie o *Matrixie* nieco głębiej, zdacie sobie sprawę, że większość populacji (właściwie wszyscy z wyjątkiem Neo i jego kolegów) żyje całkiem normalnie, ze średnią pensją, różnymi pasjami, ciesząc się życiem rodzinnym i czasem wolnym. Nie są fizycznie ranieni i nie mają pojęcia o własnym uwięzieniu. Mimo to, czy zawsze wyłącznie wrogowie ograniczają nasze działania i wolną wolę? No cóż – nie. Rodzice często nie pozwalają dzieciom robić wszystkiego, co chcą – starają się je chronić, ponieważ wiedzą, że młode umysły mają zbyt małe doświadczenie, aby przewidzieć wszystkie niebezpieczeństwa, którymi wypełniony jest świat, i aby ustrzec się przed nimi. We wspomnieniach członków rodzin królewskich sformułowanie „złota klatka” pojawia się zawsze – tym dzieciom często nie wolno zachowywać się spontanicznie ani robić niczego, co nie jest zgodne z zasadami i protokołami (które często nie są nawet na czasie). Zatem jeden z pesymistycznych scenariuszy, jaki możemy sobie wyobrazić, to taki, w którym sztuczna inteligencja jutra będzie traktować nas wszystkich jak cenne skarby, co z początku może wydawać się słuszne. Ale nadopiekuńczość wcale nie musi być tym, czego naprawdę chcemy od naszych maszyn. System może traktować nas jak małe dzieci, nie pozwalać nam niczego robić (abyśmy się nie poranili) – roboty mogą zablokować nam uprawianie sportu (bo szansa na wstrząs mózgu jest dość wysoka), jeść cokolwiek chcemy (w tym smacznych, ale tłustych hamburgerów) i relaksować się w sposób, jaki najbardziej nam odpowiada (zero piwa, nie za dużo słońca lub seksu). Na pewnym etapie możemy obudzić się zamknięci w naszych domach, ponieważ świat na zewnątrz jest zbyt niebezpieczny – zdrowi i długo żyjący, ale bez szans na odkrycie, na czym polega prawdziwe życie.

Jest jeszcze jeden (z wielu) możliwy zły koniec dla nas,

który może być konsekwencją osobliwości. Przypuśćmy, że sztuczna inteligencja pewnego dnia będzie kontrolować większość naszego świata – coś, do czego zmierza obecny rozwój i postęp. Będzie kontrolować transport, energetykę, rolnictwo i hodowlę, a nawet pogodę – wszystko po to, aby nasze życie było prostsze, tańsze i bardziej wydajne. Wszystko to brzmi rewelacyjnie. Ale pamiętajmy, co sobie powiedzieliśmy w rozdziale 2: coś, co jest proste dla ludzi, jest niezwykle trudne dla maszyn i odwrotnie. Im bardziej systemy stają się „inteligentne”, tym bardziej przypominają ludzi. Działają szybciej i więcej, tak samo jak my byśmy to zrobili, ale pozostaje jeszcze jedna cecha, którą mogą odziedziczyć razem ze wszystkimi oczekiwanymi: ryzyko popełnienia błędu. Standardowy komputer wykonuje obliczenia – nie ma tu miejsca na błąd. Jednak wraz z rosnącą złożonością aplikacji i analizowanych problemów mogą zacząć się pojawiać błędy. Nic zaskakującego – nawet ludzki geniusz myli się czasami. Jedynym problemem jest to, że jeśli system przyszłości będzie kontrolował prawie cały świat, pojedynczy błąd może pociągnąć za sobą dramatyczne konsekwencje. Co, jeśli błąd dotyczy żywności lub produkcji nowej, genialnej witaminy – w najgorszym przypadku może to oznaczać, że większość ludności świata umrze z głodu lub na przykład stanie się nieplodna (więc po prostu wymarlibyśmy bezpotomnie). Im więcej odpowiedzialności dajemy maszynom, tym większe ryzyko musimy wziąć pod uwagę. Czy nasze logiczne myślenie i dalekowzroczność pokonają wrodzone lenistwo? Podczas moich wykładów lub dyskusji dość często słyszę następujące pytanie: wiele się teraz mówi o przyszłości, świetlanych ścieżkach i pułapkach, które mogą się pojawić w trakcie naszego rozwoju jako cywilizacji, ale czy to naprawdę się wydarzy? Czy sztuczna inteligencja naprawdę zdominuje świat jutra, czy to tylko gorący i modny temat? Czy jest jakiś powód, by w to wierzyć? O tak, jest. Powodem jest to, że dzieje się to już teraz, nawet w trakcie lektury tej książki. Wystarczy, że otworzycie szeroko oczy, rozejrzycie się uważniej i skupicie na oznakach tego, jak ważna stała się sztuczna inteligencja. Wspomnieliśmy już o liście otwartym naukowców, w którym postulują uregulowanie prawne zakazujące stosowania sztucznej inteligencji w broni autonomicznej. Czas nie jest tu przypadkowy – wielu sygnatariuszy miało wgląd w postępy i badania prowadzone przez przemysł wojskowy. Ich ostrzeżenie nie jest rodem z science-fiction ani autopromocją, aby dotrzeć do szerszej publiczności – wielu z autorów listu jest już bogatych i sławnych. Nie chodzi więc o zabawę czy rozrywkę – chodzi o ochronę świata jako naszego wspólnego domu. Już teraz trzeba zdać sobie sprawę, jak blisko jesteśmy przełomowego momentu. W tym samym roku, w którym ogłoszono list otwarty, słynna **Grupa Bilderberg**, czyli coroczne, prestiżowe i dość tajne spotkanie najpotężniejszych i najbardziej wpływowych polityków, ekonomistów i biznesmenów na świecie, omawiała tematy strategii europejskiej, globalizacji, Bliskiego Wschodu, NATO, terroryzmu... i sztucznej inteligencji. Tak więc, jeśli oni poświęcili czas na rozmowy na temat SI, to znaczy, że i my zdecydowanie powinniśmy zacząć traktować tę kwestię znacznie

poważniej niż wcześniej. W tym samym roku 2015 została założona **OpenAI** – firma badająca sztuczną inteligencję działająca non-profit, której celem jest opracowanie bezpiecznych rozwiązań w sztucznej inteligencji i zagwarantowanie, że wyniki zostaną udostępnione tak szeroko i równomiernie, jak to możliwe. Wkład, szacowany na niewiarygodną kwotę miliarda dolarów, daje jasny sygnał, że z pewnością nie chodzi tu o zabawę w piaskownicy. Osoby prywatne inwestujące takie pieniądze muszą mieć pewność, że warto to zrobić. We wrześniu 2016 r. ogłoszono **Partnership on AI** (Partnerstwo na rzecz Sztucznej Inteligencji) skupiające światowych gigantów IT, w tym (między innymi) Amazon*, Facebook*, Apple*, DeepMind i Google, Microsoft* i IBM. Zjednoczona siła tych firm jest oficjalnie skoncentrowana na ustaleniu najlepszych praktyk (standardów) w zakresie technologii SI i aby służyć jako platformy do dyskusji, wymiany wiedzy i monitorowania wpływu SI na ludzi, społeczeństwa i cały świat. Oficjalnie. Ale czasami warto przypomnieć sobie stare chińskie powiedzenie, tradycyjnie przypisywane Sun Zi⁹, strategowi wojskowemu z VI w. p.n.e.: „przyjaciół trzymaj blisko, a wrogów jeszcze bliżej”. Sztuczna inteligencja to rosnący obszar biznesu o ograniczeniach, które są trudne do określenia. Partnerstwo ma z pewnością drugi cel – być bliżej konkurencji, mieć większe szanse na wzajemne monitorowanie postępów i wyników. Cokolwiek zostanie powiedziane oficjalnie i cokolwiek możemy odgadywać lub spekulować, jedno jest pewne: pierwsza firma, która zbuduje świadomy system, zgarnie całą pulę. Nie będzie ani kontrkandydatów, ani nagród pocieszenia. Nawet giganci walczą tu o przetrwanie, ponieważ sztuczna inteligencja wkrótce zdominuje cały biznes IT. Każdy, kto nie jest gotowy, by wskoczyć do pociągu na czas, nie będzie w stanie nadrobić zaległości i po prostu zniknie z rynku. Sztuczna inteligencja jest prawdopodobnie największą szansą dla biznesu i cywilizacji w historii, ale będzie to sytuacja jednorazowa – kiedy karty zostaną rozdane, nie będzie już szansy na dogrywkę.

Jeszcze dwie ostatnie myśli w tym podrozdziale. Pierwsza – lista nieobecnych jest często równie ważna jak lista uczestników – pozostawię czytelnikom samodzielne zastanowienie się, dlaczego niektóre firmy nie przystąpiły do różnych licencji, standardów czy partnerstw, takich jak te opisane powyżej. Czują się niekomfortowo? Nie widzą sensu? A może są zbyt blisko skarbu, żeby udostępnić mapę innym... Druga sprawa – większość powyższych przykładów pochodzi z lat 2015–16. Od tego czasu postęp nie uległ zamrożeniu, ale nawet przyspieszył. Sprawdźcie datę w kalendarzu i pomnożcie swoje oczekiwania, uczucia i przewidywania przez trzy...

Tabula rasa

Ilekoć jestem pytany o perfidne i krwiożercze maszyny jutra, lubię w odpowiedzi przywoływać filozoficzną koncepcję *tabula rasa*, która pojawiła się już w łacińskich tłumaczeniach pism Arystotelesa – starożytnego geniusza i jednego z ojców nauki jako całości. Wyrażenie *tabula rasa* pochodzi z łaciny i oznacza „czystą tablicę”. Odnosi się do konceptu, że ludzie rodzą się bez żadnych wrodzonych, mistycznych czy

niezwykłych treści mentalnych – pojawiają się na tym świecie z mózgiem pustym jak nowy pendrive kupiony w lokalnym sklepie elektronicznym. Wszystko, co wiemy i czym jesteśmy, zawdzięczamy percepcji i doświadczeniom zebranym w ciągu życia. Ta koncepcja ma tylu entuzjastów, ilu przeciwników, ponieważ w jakimś stopniu dotyka kontrowersyjnych tematów: duszy, wierzeń religijnych, reinkarnacji i nie tylko. Nie chcę tu rozpoczynać takiej dyskusji – nigdy nie staram się forsować żadnej z opcji i pozostawiam ocenę moim rozmówcom – nasze przekonania są ważną częścią naszego życia, a jeśli chcemy je zmienić, zmieniamy osobowość. Przywołałem jednak koncepcję *tabula rasa*, ponieważ, moim zdaniem, dobrze opisuje sztuczną inteligencję. Oczywiście jest, że maszyny i sztuczna inteligencja na samym początku to „czyste tabliczki”. Ludzie, którzy myślą, że maszyny są niegodziwe w momencie powstania, są w błędzie – nawet najbardziej złożona sztuczna sieć neuronowa ma pewien domyślny zestaw wartości przypisanych do jej wewnętrznych wag połączeń. Nie ma żadnych ukrytych wbudowanych instynktów, uczuć czy uprzedzeń. Ważne jest zrozumienie, że sztuczna inteligencja sama w sobie nie jest ani dobra, ani zła. Jest to narzędzie, jak młotek – którego możemy użyć do zbudowania domu lub zranienia innego człowieka. Decyzja należy do użytkownika. I to tu leży prawdziwe niebezpieczeństwo – to nie maszyna jest czynnikiem ryzyka, ale jej twórca, jej architekt – człowiek. My, i nikt inny, mamy moc, aby zmienić ją w pomocne narzędzie lub w broń. Tak więc, zważywszy na powyższe, największe znaczenie ma dobór odpowiednich zastosowań i precyzyjnych celów dla maszyny (do których będzie przeznaczona), a także wspólna praca nad regulacjami prawnymi. Jeśli stworzymy wojskowy system sztucznej inteligencji do poszukiwania i eliminowania naszych osobistych wrogów, istnieje ryzyko, że algorytm (ponieważ uczy się na bieżąco na przykładach i zbiera doświadczenia) może pewnego dnia zidentyfikować wszystkich ludzi jako wrogów... i sam zdecydować się na wyeliminowanie nas – paradoksalnie, gdyż będzie się kierował precyzyjnie zasadami i celami, które my sami przed nim postawiliśmy. Swoją drogą nie ma szans, że SI będzie chciała nas zniszczyć, jeśli jej twórcy w ogóle nie zdefiniowali pojęcia wroga.

Wybór bezpiecznej aplikacji to tylko jedna z rzeczy, które należy wziąć pod uwagę. Musimy również pamiętać, że każdy system sztucznej inteligencji (zwłaszcza oparty na sieciach neuronowych lub algorytmach genetycznych) nieustannie rozwija się z dnia na dzień, dzięki napotykananiu nowych przypadków i uczeniu się na przykładach. Na pierwszy rzut oka nie jest to może oczywiste, ale z pewnością należy przeprowadzać badania okresowe, aby dokładnie sprawdzić, jak działa system. Możemy tu dostrzec wyraźną analogię do pilotów samolotów, taksówkarzy, żołnierzy itp. Są to dobrze wyszkoleni eksperci, wysoko wykwalifikowani specjaliści. Jednak w ciągu ich życia pojawia wiele czynników, które wpływają na ich kondycję fizyczną i psychiczną, na przykład jakieś traumatyczne wydarzenie może nieodwracalnie wpłynąć na ich charakter i postrzeganie świata. Dlatego tacy eksperci (zwłaszcza ci, których praca, jeśli wykonywana nieprawidłowo, może

zagrozić życiu innych) mają obowiązkowe badania. Sztuczna inteligencja musi być poddawana takim samym rygorystycznym badaniom okresowym.

Wreszcie, istotne jest zrozumienie, że każdy pojedynczy komunikat lub informacja wejściowa zmienia strukturę sieci neuronowej. Równocześnie musimy zwrócić szczególną uwagę na to, że przyszłe systemy sztucznej inteligencji nie będą izolowane, lecz będą projektowane do interakcji z innymi aplikacjami i setkami ludzi. Musimy w jakiś sposób zagwarantować (dzięki blokadom wewnętrznym), że środowisko zewnętrzne nie wpłynie na zachowanie SI w nieoczekiwany sposób. W czasach gdy prawie cała populacja ma dostęp do Internetu, a nawet najmłodszy wie, jak się w nim poruszać, w dobie wirusów i hakerów, może to być największe wyzwanie i największe ryzyko całego tematu SI.

Notatki

- Osobliwość jest momentem w przyszłości, w którym powstanie silna sztuczna inteligencja. Od tej chwili możemy spodziewać się wykładniczego postępu w nauce i w rozwoju IT. Silna sztuczna inteligencja będzie naszym ostatnim i największym wynalazkiem, a wszystkie dalsze odkrycia będą dokonywane przez maszyny.
- Im bardziej złożone staną się systemy komputerowe, tym mniej będziemy wiedzieć o ich wewnętrznych mechanizmach niskiego poziomu. To samo dzieje się z usługami i towarami, z których korzystamy – tak naprawdę nie wiemy (i nie obchodzi nas), w jaki sposób są one świadczone lub produkowane. Każde nowe rozwiązanie jest bardziej ogólne, bardziej precyzyjne lub prostsze. Czarna skrzynka (białe plamy na mapie szczegółów) stale się powiększa.
- Rozwój sztucznej inteligencji z pewnością wpłynie na rynek pracy. Niektóre stanowiska pracy zostaną w przyszłości zredukowane, a nawet wyeliminowane, inne zaś (obecnie niedoceniane) mogą okazać się o wiele bardziej pożądane niż obecnie.
- Aby zachować zatrudnienie i nie zostać zastąpionym przez maszyny, nie zachowujmy się jak one: nie działajmy automatycznie, unikajmy pracy wyłącznie według wytycznych i list kontrolnych, przełamujmy stereotypy, przekraczajmy standardy, budujmy własne wzorce, bądźmy kreatywni, podążajmy za intuicją.
- Przyszłość kontrolowana przez maszyny może otworzyć dla ludzkości dwie drogi – albo staniemy się analfabetami, skoncentrowanymi na najprostszych przyjemnościach, albo spróbujemy uczyć się od maszyn i staniemy się społeczeństwem artystów, filozofów i naukowców. Tylko od nas zależy, którą drogę wybierzemy.
- Istnieją zarówno pozytywne, jak i przerażające scenariusze na przyszłość po rozpoczęciu ery osobliwości. Warto jednak podkreślić, że sztuczna inteligencja nie jest z założenia ani dobra, ani zła. Podobnie jak *tabula rasa*, na samym początku jest to pusty system. To my w pełni ponosimy odpowiedzialność za to, czym ją wypełniamy. SI jest takim samym narzędziem jak młotek – można go użyć jako narzędzia do budowy domu, ale może również służyć

jako śmiertelna broń. Mamy klucze, by zmienić świat w niebo lub piekło. Czynnikiem ludzki jest tu najistotniejszy.

- I ostatnie – przyszłość kontrolowana przez sztuczną inteligencję to pewnik. Pytanie „czy” zadawane jakieś dziesięć lat temu, jest już nieaktualne. Pytanie na dzisiaj brzmi: „kiedy”?

Przypisy

- 1 William Thomson, lord Kelvin (1824–1907) – brytyjski naukowiec: fizyk, matematyk i przyrodnik. Podał własne sformułowanie drugiej zasady termodynamiki, badał elektryczność i magnetyzm. Laureat Medalu Copleya (1883).
- 2 Karl Popper (1902–1994) – austriacki filozof specjalizujący się w filozofii nauki i filozofii społeczno-politycznej. Jego system filozoficzny został przez niego samego nazwany racjonalizmem krytycznym, który on sam uważał za kontynuację filozofii Immanuela Kanta. Sformułował zasadę falsyfikowalności jako kryterium naukowości (popperyzm) oraz koncepcję społeczeństwa otwartego, będącego swoistym rozwinięciem koncepcji demokracji Johna Locke’a i Johna Stuarta Milla.
- 3 Framework (platforma programistyczna) – szkielet do budowy aplikacji. Definiuje on strukturę aplikacji oraz ogólny mechanizm jej działania, a także dostarcza zestaw komponentów i bibliotek ogólnego przeznaczenia do wykonywania określonych zadań. Programista tworzy aplikację poprzez rozbudowę i dostosowanie poszczególnych komponentów do wymagań realizowanego projektu, tworząc w ten sposób gotową aplikację.
- 4 Czasami zdarza się, że pieniądze częściowo wracają do nas wraz z tym, za co zapłaciliśmy – próba prześledzenia drogi naszych pieniędzy to naprawdę niesamowita sprawa... Możecie zrobić to sami, tak z ciekawości.
- 5 Stuart Russell (ur. 1962) – brytyjski informatyk, ekspert w dziedzinie sztucznej inteligencji, autor kilkuset publikacji z tej dziedziny. W 2021 r. królowa Elżbieta II przyznała mu Order Imperium Brytyjskiego (OBE) za wkład w badania nad sztuczną inteligencją.
- 6 Stephen Hawking (1942–2018) – brytyjski fizyk teoretyczny i matematyczny, specjalizujący się w astrofizyce, w tym kosmologii, a także wpływowy popularyzator tych dziedzin. Jeden z najsłynniejszych naukowców XX w.
- 7 Elon Musk (ur. 1971) – przedsiębiorca i multimiliarder, założyciel lub współzałożyciel przedsiębiorstw PayPal, SpaceX, Tesla, Neuralink i Boring Company.
- 8 Noam Chomsky (ur. 1928) – amerykański językoznawca, filozof, działacz polityczny. Profesor językoznawstwa w Massachusetts Institute of Technology, współtwórca gramatyki transformacyjno-generatywnej, wniósł wkład w rozwój psycholingwistyki, informatyki (w zakresie teorii języków programowania, lingwistyki komputerowej).
- 9 Sun Zi (544 p.n.e.–496 p.n.e.) – jeden z największych starożytnych myślicieli Dalekiego Wschodu, autor Sztuki wojennej Sun Zi, najstarszego na świecie podręcznika sztuki wojennej. Uważa się go również za jednego z pierwszych realistów w teorii stosunków międzynarodowych.

Fragment pochodzi z książki: *Przebiegłe maszyny*, Jędrzej Osiński, Wydawnictwo Naukowe PWN

Dobór wózka widłowego w logistyce wewnętrznej – podejście systemowe

 Paweł Zajac

W literaturze z zakresu inżynierii logistycznej [4–5] trudno znaleźć opisy metodologii doboru wózka widłowego. W pracach [1–2] podaje się i omawia przypadki doboru wózków widłowych w zakresie ich efektywnego wykorzystania, a więc zwraca się szczególną uwagę na problematykę harmonogramowania cykli roboczych samojedźnych urządzeń transportowych. Opiswane tam przypadki doboru można podzielić na te, które bazują na normach czasowych [3] oraz na wykorzystaniu równania ruchu [5].

Analizując sytuację w przedsiębiorstwach korzystających z wózków widłowych oraz firm, które zajmują się ich sprzedażą – można odnieść wrażenie, że dobór wózka widłowego traktuje się jako zagadnienie z kategorii trywialnych, szczególnie dla osób, które posiadają doświadczenie zawodowe. Autor z tym się nie zgadza, dlatego w poniższym artykule omówiono problematykę doboru wózka widłowego dla przykładowego zakładu pracy – huty.

Analizie poddano te elementy logistycznego systemu magazynowego, w którym pracuje wózek widłowy. Dokładna analiza stref pracy i zadań wymaga zastanowienia się nad:

1. Typem wózka.
2. Wielkością, udźwigiem, wymiarami zewnętrznymi.
3. Przeznaczeniem – rodzajem pracy i typem zakładu.
4. Konstrukcją – rodzajem napędu, silnikiem, rodzajem skrzyni biegów.
5. Liczbą kół i rodzajem ogumienia.
6. Warunkami pracy operatora.
7. Wysokością masztu i wysokością podnoszenia.
8. Pochyleniem masztu.
9. Typem masztu i karetki wideł.
10. Wyborem i znaczeniem dostawcy oraz serwisu.
11. Odzyskiem energii.

W hucie metali kolorowych przerabia się paczki wsadowe, z których w procesie ciągłego topienia uzyskuje się walcówkę. Wózki widłowe wykorzystuje się przede wszystkim na produkcji, na przyjęciu dostawy materiałów i w magazynie wyrobów gotowych, gdzie trafiają wyroby z linii produkcyjnej. Jednym z głównych miejsc pracy wózka widłowego jest rampa rozładownicza, gdzie przyjmuje się dostawy materiału dostarczane drogą kolejową, oraz plac manewrowy, na który trafiają dostawy dostarczane taborami samochodowymi.

Na rampie kolejowej pracuje jednocześnie kilka wózków widłowych, w skład paczki wchodzi 15–24 szt. blach o wadze około 1,8 t każda. Dzienna dostawa kolejowa składa się z 19 wagonów paczek wsadowych. Po podjęciu paczki, jednej

Streszczenie: Artykuł przedstawia metodyczne podejście do doboru wózka widłowego przeznaczonego do pracy w przedsiębiorstwie przemysłu metalurgicznego, funkcjonującym w trybie ciągłym. Na podstawie studium przypadku zakładu hutniczego omówiono zarówno wymagania techniczne, jak i eksploatacyjne stawiane sprzętowi transportu bliskiego w warunkach produkcji nieprzerwanej. Szczególną uwagę poświęcono specyfice pracy wózków widłowych w środowisku o podwyższonej temperaturze, wysokim zapyleniu oraz przy intensywnym użytkowaniu sprzętu w cyklu wielozmianowym. W artykule dokonano analizy parametrów użytkowych i konstrukcyjnych niezbędnych do zapewnienia niezawodności i efektywności pracy wózka, w tym: udźwigu, wymiarów gabarytowych, typu napędu, rodzaju masztu, promienia skrętu, prześwitu, a także odporności jednostki napędowej na długotrwałe obciążenia. Uwzględniono również aspekty związane z ergonomią stanowiska operatora oraz koniecznością dostosowania konstrukcji do zróżnicowanych zadań produkcyjnych, magazynowych i pomocniczych. Wskazano na znaczenie właściwej specyfikacji technicznej jako elementu warunkującego ciągłość procesów logistycznych w zakładach przemysłowych o dużej zmienności operacyjnej.

Słowa kluczowe: logistyka, transport, magazynowanie

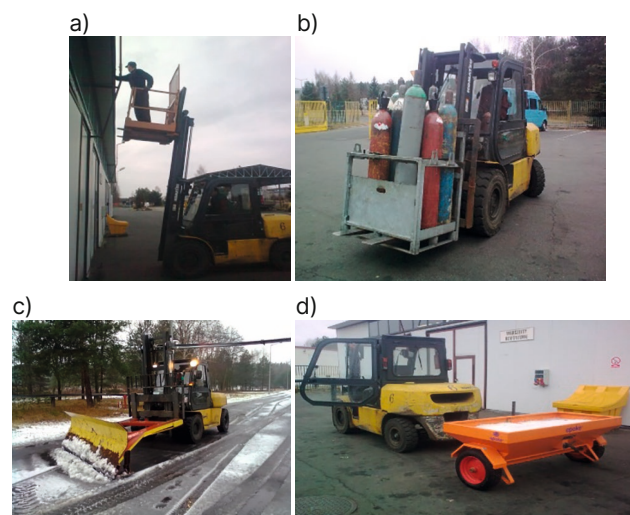
lub dwóch (w zależności od ułożenia na wagonie), operator wycofuje wózek z towarem od wagonu i udaje się w miejsce składowania paczek, znajdujące się w pobliżu rampy kolejowej. Równorzędnym miejscem pracy wózka jest plac manewrowy, gdzie rozładowują samochody ciężarowe z takich samych paczek, jak wagony kolejowe. Tu trafiają paczki wsadowe o wadze około 2,5 t każda. Dziennie dostarcza się ich około 300 t. Praca w tych miejscach odbywa się w zmiennych i ciężkich warunkach atmosferycznych. W zakładzie występuje ogólnie duże zapylenie i zakurzenie. Dlatego też wózek powinien posiadać potrójny system filtrowania powietrza.

Najważniejszym miejscem pracy wózka widłowego jest jednak linia produkcyjna. Wózek widłowy znajduje się w magazynie wsadu topielnego przy windzie towarowo-wsadowej, która zasila piec hutniczy. Zadaniem operatora jest pobieranie wsadu za pomocą wózka widłowego z rampy lub placu manewrowego (zgodnie z założeniami produkcyjnymi), włożenie go do windy wsadowej, skąd wsad trafia do

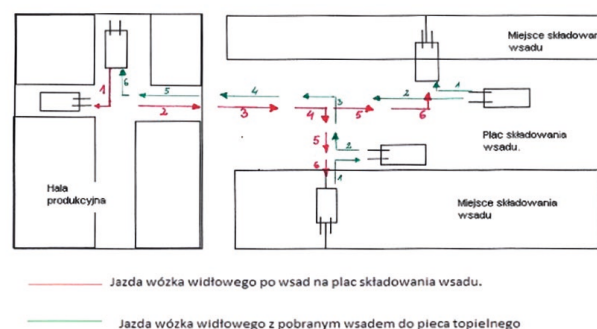
pieca topielnego. Praca odbywa się tu w sposób ciągły, nieprzerwalny i trzymianowy. W czasie jednej zmiany topi się około 350 t materiału wsadowego. Warunki pracy są zmienne, podobnie jak w przypadku przyjmowania dostaw. Dodatkowo wózki obsługujące produkcję często wywożą ciekły materiał o wysokiej temperaturze, która sięga nawet 900 °C. Wówczas temperatura w kabinie operatora wzrasta gwałtownie do około 65°C. Wózki widłowe pracujące przy wagonach, samochodach i obsługujące produkcję często pokonują duże odległości, zarówno z towarem jak i bez. Towar wsadowy, który trafia do zakładu dzieli się na 8 klas, dla których utworzono sektor składowania, wyznaczony wzdłuż rampy kolejowej i placu manewrowego, do których trafiają dostawy. Poza głównymi miejscami pracy, wózki widłowe prowadzą w ciągu zmiany szereg innych prac związanych z utrzymaniem ruchu na rzecz pozostałych wydziałów zakładu – czyli prace gospodarcze, do których należą: codzienne zaopatrywanie wydziałów w gazy techniczne, sole oraz środki chemiczne, dostarczanie z magazynów materiałów technicznych niezbędnych do utrzymania ruchu produkcyjnego, zaopatrywanie wydziałów pakowania w taśmy stalowe i strecz, ponadto magazyny wyrobów gotowych i magazyny techniczne, gdzie rozładowują dostawy części służące do utrzymania zakładu produkcyjnego, dalej wykorzystuje się je do prac: konserwacyjnych, remontowych (naprawa obiektów i maszyn) oraz utrzymania ruchu ulicznego (w zimie odśnieżanie, posypywanie solą, piachem; konserwacja oświetlenia).

Trasy wózka widłowego są zmienne, do najczęstszych i regularnych operacji należą załadunek pieca – obsługa produkcji i przyjmowanie dostaw. Dzienny średni limit przepracowanych mtg przez wózek widłowy w wyżej wymienionych miejscach wynosi ok. 7 mtg. Poniżej rysunek obrazuje trasę wózków widłowych przy załadunku pieca topielnego.

Wózek widłowy czołowy posiada zdolność realizacji kilku funkcji: transportu, rozładunku, przeładunku i składowania. Na nich też przede wszystkim zależy opisywanemu wcześniej zakładowi. W tym przypadku powinien być wózek czołowy, z uwagi na duże obciążenie wynikające z charakteru pracy musi występować w wersji czterokołowej, z pneumatycznym ogumieniem. Wybór pneumatycznego ogumienia jest podyktowany intensywnością pracy operatorów wózków widłowych. Wózki są nieresorowane, co ujemnie wpływa na jakość i charakter pracy operatorów. Opony pneumatyczne zdecydowanie lepiej amortyzują niż pełne, które są odporne na przebicie, ale nie posiadają zdolności tłumienia i amortyzacji nierówności i wibracji. Ten sam ciężki charakter pracy powoduje, że wózek wymaga jednostki napędowej o dużej mocy, bardzo wytrzymałej na zmienny cykl obciążenia. Należy wziąć pod uwagę, aby wózek przez przynajmniej 18 godzin pracy nie wymagał obsługi związanej z ładowaniem (wymianą akumulatora) czy tankowaniem. Takie warunki



↑ Rys. 1. Prace gospodarcze a) z koszem na ludzi i b) butle z gazami, c) z pługiem odśnieżnym d) wózek z rozrzutnikiem soli [9]



↑ Rys. 2. Schemat trasy wózka widłowego pracującego przy załadunku pieca topielnego [9]

skłaniają do wyboru mocnych i wydajnych silników wysokoprężnych diesla z automatyczną skrzynią biegów. Ciężkie, zmienne warunki pracy oraz system trzymianowy wymaga natomiast zastosowania w wózku widłowym pozycji operatora siedzącej.

Dobierany wózek widłowy będzie głównie przeznaczony do obsługi produkcji, gdzie będzie przewoził paczki wsadowe o wadze od 1,5–2,0 t, a zadania dodatkowe i prace gospodarcze nie przewidują większych obciążeń – dlatego wybieramy dopuszczalny ciężar podnoszenia: 4 t.

Wózek widłowy najczęściej pokonuje duże odległości oraz porusza się w korytarzach roboczych o szerokości od 1,8 m, a także na wytyczonych drogach dojazdowych do pieca czy linii produkcyjnej o szerokości 2 m. Wymiary determinują wybór wózka czołowego o udźwigu 4[t] o następujących wymiarach zewnętrznych: długość wózka musi się mieścić w przedziale do 3,15 m, a szerokość wózka musi się zawierać w przedziale około 1,45 m. Wysokość wózka z opuszczonym masztami nie może być większa niż 2,25 m, z uwagi na warunki linii produkcyjnej i podczas obsługi magazynów technicznych,

gdzie wózek przejeżdża przez bramy przejazdowe o wymiarach 2,35 m. Wysokość opuszczonego masztu wynosi 2,1 m plus 2 m uniesienia do bezpiecznego poruszania się wózkiem widłowym. W ten sposób zostaje 0,45[m] wolnej przestrzeni podczas przejazdu przez bramę.

Towar pobiera się z wagonów na wysokości 1,4 m i z samochodów ciężarowych na wysokości 1,2 m, załadunek pieca na wysokości 1,3 m jest wysokością znacznie niższą niż znaczna większość producentów wózków widłowych proponuje w wariantach podstawowych. Poza tym zadania wykonywane na tej wysokości i w tych miejscach pracy są prowadzone znacznie niżej niż na przykład prace naprawczo-remontowe na pozostałych wydzielach. Na przykład prace takie jak wymiana grzałek elektrycznych czy też naprawa silników na linii produkcyjnej są prowadzone na wysokości około 2,5 m. Prace konserwacyjno-naprawcze natomiast: oświetlenie hal, magazynów czy ulic prowadzone są nawet na wysokości 3 m. Dlatego też wózek powinien realizować funkcję podnoszenia w zakresie 3,3 m. Kąt pochylenia masztu przód/tył w tym przypadku nie wpływa znacząco na pracę wózka w zakładzie, wystarczająca będzie zatem wartość pochylenia zawarta w przedziale 6–12°. Jeśli przyjmiemy mniejsze pochylenie do przodu, zapewne wpłynie to na pracę sprzętu i spowoduje znaczne utrudnienie w pobieraniu towarów (przede wszystkim paczek wsadowych z klocków). Natomiast jeśli pochylenie do przodu zwiększy się, nie będzie to utrudnieniem, ale także nie będzie zaletą. Wózek będzie musiał być wyposażony w standardowe widły.

Zaplecze serwisowe jest bardzo istotne, gdyż niefachowa i niestaranna obsługa prowadzi do degradacji sprzętu, skraca jego żywotność i prowadzi do licznych awarii, co następnie stwarza zagrożenie dla bezpieczeństwa w zakładzie.

Uzupełnienie parametrów technicznych wózka widłowego dotyczących wagi, udźwigu i wymiarów wózka widłowego. Ustalono, że wózek będzie miał udźwig 4 t. Ważne jest podanie środka ciężkości ładunku (ładunki przewożone przez wózek widłowy mają różne kształty, od prostopadłościanów po elementy płaskie i długie. Aby móc ocenić stabilność wózka, trzeba znać położenie środka ciężkości ładunków o różnych kształtach. Następnie trzeba sprawdzić odległość osi koła do czoła widel. Przy zastosowaniu widel 55 × 150 × 1220 wózki 4 t mieszczą się w granicach od 560 do ok. 590 mm. Dla zakładu produkcyjnego opisanego wcześniej, odległość od osi kół do czoła widel w wymiarze około 570 mm będzie dobrą odległością, zapewniającą poprawną i zwartą konstrukcję wózka. Podobnie będzie z odległością obu osi od siebie. Odległość około 2000 mm zapewni również zwartą i kompaktową bryłę wózka widłowego. Jeśli chodzi o dane dotyczące masy wózka i nacisku na osie to są to dane, które nie zawsze są równie istotne dla wszystkich potencjalnych nabywców wózka widłowego. W tym przypadku jest to ważny parametr, gdyż wózki widłowe pracują na rzecz np. wydziału energetycznego, poruszają się po tzw. kanałach energetycznych (puste luki w drogach, gdzie biegną całe linie prądowe). Większość dróg w zakładzie jest odpowiednio utwardzona, jednak tam,

gdzie występują kanały czy drogi szutrowe, wózek powinien się mieścić z naciskiem na oś przednią pod obciążeniem maksymalnie do 9 t. Natomiast oś tylna – skrętna również pod obciążeniem powinna posiadać nacisk maksymalnie 1,4 t. Te same dane dla obu osi bez obciążenia wyglądają następująco: oś przednia ok. 2,6 t, oś tylna ok. 6,4 t. Po określeniu danych dotyczących masy i nacisku na osie, przejdziemy do podania dodatkowych wymiarów geometrycznych wózka widłowego, które w znacznym stopniu przyczynią się do wyeliminowania nieprawidłowości i błędów przy wyborze sprzętu. Znając charakter pracy wózków widłowych w zakładzie i ich zadania wykonywane na co dzień, przyjmuje się wolny skok widel 1,6 m. Następnymi parametrami będą do tej pory pomijane dwie wysokości wózka: wysokość wózka z wysuniętym masztem i wysokość wózka z kabiną operatora. Przy zachowaniu, że wózek widłowy będzie realizował podnoszenie na wysokość ok. 3,3 m, wysokość rozłożonego masztu wraz z karetką i kratką bezpieczeństwa nie powinna przekraczać 4,44 m. Natomiast wysokość wózka w najwyższym punkcie na kabinie operatora nie powinna przekraczać 2,24 m. Ta wysokość jest zależna od pracy wózka w miejscach często ciasnych i niskich. Do wymiarów geometrycznych wózka zalicza się również długość wózka widłowego. W przypadku wysokości wózka, nie występuje tylko jedna wartość. W pierwszej części podaliśmy długość wózka do czoła widel 3145 mm. Do kompletnego zwymiarowania długości wózka widłowego potrzebna jest długość wózka z widłami. Wózek ma długość 3,145 m, a widły w tym wózku będą miały rozmiar 55 × 150 × 1220. Tak więc całkowita długość wózka widłowego z widłami powinna wynosić 4,365 m. W dotychczasowym zestawieniu pominięto dobór karetki widel, do której mocuje się widły i która wraz z nimi porusza się wzdłuż masztu. Szerokość karetki w tym przypadku nie powinna przekraczać szerokości wózka, zarówno ze względów bezpieczeństwa, jak i ze względu na szerokość korytarzy roboczych. Szerokość tę określa się na podstawie wymiarów paczek wsadowych i korytarzy roboczych. Kierówka o szerokości 1190 mm jest kierówką optymalną w tym przypadku. Dodatkowo, łańcuch w tym przypadku powinien być łańcuchem standardowym i znormalizowanym, co zapewni w przyszłości łatwy dostęp do nowych, zamiennych łańcuchów i ułatwi wymianę np. układu płytek 1-2-1-2-1.

Minimalny prześwit w najniższej położonej części wózka widłowego, w tym przypadku między dolnym wspornikiem masztu a podłożem, jest bardzo ważny ze względu na drewniane podkłady używane pod paczki wsadowe na rampach i placach. Jest to wymiar istotny, gdyż wózek widłowy przejeżdża nad podkładami i nie może o nie w żaden sposób zahaczać. Podkład, czyli drewniany klocek, posiada wymiary: długość 0,850 m, wysokość i szerokość 0,6 × 0,6 m. Prześwit musi być o 0,85 m większy od klocka, ze względu na bezpieczeństwo i zużywanie bieżnika opon. Opona nowa posiada bieżnik o wysokości 0,20 m, podczas pracy zużywa się praktycznie do 0 i pozostaje sama gładka opona. Zatem minimalna wysokość prześwitu musi wynosić 0,145 m. Prześwit

bryły wózka od podłoża jest w tym przypadku mniej ważny, ponieważ zakład nie posiada ostrych załamów dróg i podjazdów. Same drogi, miejsca pracy są dość płaskie, zaś wzniesienia nie posiadają znaczących pochyłości, wymagających określonego prześwitu między wózkiem a podłożem. Przyjęto wartość prześwitu 230 mm.

Promień skrętu należy dobrać tak, aby praca na rampie czy placu manewrowym, gdzie odległość między wagonami a miejscem składowania wynosi 5,0 m, była możliwa do zrealizowania. Pracę szybką, sprawną i bezpieczną w tych miejscach pracy zapewni promień skrętu nie przekraczający 2,78 m.

Do parametrów eksploatacyjnych wózka widłowego zalicza się prędkość jazdy z ładunkiem i bez ładunku. Ze względu na intensywność pracy, duży ruch wózków widłowych i samochodów ciężarowych w zakładzie wynosi on 20 km/h. Jeśli wózek widłowy będzie poruszał się bez ładunku około 19 km/h i z ładunkiem 18 km/h, to jest zadowalające. Następną prędkością do określenia jest prędkość podnoszenia i opuszczania zarówno z ładunkiem/bez ładunku. Prędkość podnoszenia z ładunkiem w granicach 0,53 m/s i bez ładunku 0,570[m/s] to odpowiednie prędkości, zapewniające sprawną i wydajną pracę. Opuszczanie z ładunkiem na poziomie ok. 0,48 m/s i bez ładunku 0,55 m/s także zapewni optymalną pracę operatora i sprzętu. Jeśli chodzi o jednostkę napędową – wysokoprężny, z systemem elektronicznego wtrysku tzw. *common rail*, silnik 4-cylindrowy o pojemności skokowej 3200 cm³ i mocy 63 KW zapewni wystarczającą moc użyteczną do sprawnej i bezpiecznej pracy. By sprostać zadaniom stawianym do wykonania przez wózek widłowy, pompa hydrauliczna musi wytwarzać ciśnienie nominalne 180 barów wraz ze zbiornikiem oleju hydraulicznego o pojemności ok. 50 l.

W informacjach uzupełniających należy zaznaczyć, że wózek widłowy musi być obowiązkowo wyposażony w pełne oświetlenie drogowe, lampy i kierunkowskazy oraz w halogeny do pracy w nocy i lampy błyskowe ostrzegawcze, ponadto sygnał dźwiękowy i światło biegu wstecznego oraz sygnał dźwiękowy – klakson.

Z uwagi na określoną przez warunki publikacji liczbę stron pominięto problematykę doboru kabiny operatora w wózku widłowym oraz zagadnienie odzysku energii.

Podsumowanie

Dobór wózka widłowego dla zakładu o charakterze produkcji ciągłej, takiego jak huta metali kolorowych, wymaga znacznie bardziej kompleksowego podejścia niż jedynie ocena parametrów katalogowych. Warunki eksploatacyjne, zróżnicowanie zadań, trudne środowisko pracy oraz konieczność zapewnienia niezawodności w cyklu tryzmicznym wymuszają precyzyjne dopasowanie sprzętu do potrzeb. W przedstawionym studium przypadku przeanalizowano szeroki wachlarz wymagań technicznych, organizacyjnych i środowiskowych, które należy wziąć pod uwagę przy zamówieniu nowego wózka.

Zastosowanie metodycznego podejścia do doboru sprzętu transportu bliskiego pozwala ograniczyć ryzyko przestojów, poprawić efektywność logistyki wewnętrznej oraz zwiększyć bezpieczeństwo i komfort pracy operatorów. Przypadek opisaney huty pokazuje, że błędne decyzje zakupowe mogą prowadzić do długofalowych problemów organizacyjnych i technicznych, których koszt często przewyższa oszczędności z zakupu sprzętu o niższej specyfikacji.

- 1. Kompleksowa analiza środowiska pracy jako podstawa doboru wózka.** Dobór sprzętu musi wynikać z dokładnej analizy warunków pracy – rodzaju nawierzchni, temperatur, zapylenia, dystansów transportowych oraz częstotliwości cykli roboczych. Tylko takie podejście pozwala uniknąć problemów z trwałością i wydajnością urządzenia.
- 2. Parametry techniczne muszą być dostosowane do konkretnych zadań.** Krytyczne są: udźwieg, geometria wózka (wysokość, długość, promień skrętu), typ masztu, widły, prześwit oraz napęd. Wybór silnika wysokoprężnego i ogumienia pneumatycznego był uzasadniony charakterem pracy – intensywnym, ciągłym i z dużymi obciążeniami.
- 3. Aspekty serwisowe i eksploatacyjne nie mogą być pomijane.** Niezawodność eksploatacyjna wózka widłowego w systemie tryzmicznym zależy od jakości obsługi serwisowej, dostępności części oraz odporności jednostki napędowej na długotrwałe obciążenia. Wózek musi być możliwie niezależny od częstych przestojów serwisowych.
- 4. Zaniedbanie wymagań logistyczno-organizacyjnych skutkuje realnymi stratami.** Błędne decyzje przy zakupie skutkują kosztownymi przestojami, koniecznością sprzedaży niedopasowanego sprzętu oraz zagrożeniami dla bezpieczeństwa. Metodyczne planowanie i analiza techniczno-logistyczna redukują to ryzyko niemal do zera.

Literatura

- [1] Instrukcja użytkowania i konserwacji wózków widłowych marki KOMATSU, Japonia, 2011
- [2] Korzeń Z.: „Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania”, tom 1, Poznań, 1998
- [3] Krawczyk S.: „Logistyka i praktyka” T.1, DIFIN, Warszawa, 2012
- [4] Misiak J.: „Dobór wózków widłowych dla zakładu produkującego na przykładzie huty metali kolorowych”, Praca niepublikowana Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2012
- [5] Raczyk R.: „Środki transportu bliskiego i magazynowania”, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2009

 dr inż. Paweł Zajac

e-mail: pawel.zajac@pwr.edu.pl

Politechnika Wrocławska

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

 Więcej analiz i nowości branżowych znajdziesz na **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, taśmociągowych). 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, zgrarniacze, 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).



Wiedza i nauka w służbie przemysłu!

» 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!

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**
kwartalnik techniczno-informacyjny

Zamów prenumeratę:
prenumerata@industriypublisher.com

www.wdp.com.pl

Zamów prenumeratę

Dołącz do społeczności „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie”

1. E-prenumerata (bezpłatnie)

Bądź pierwszy z informacjami o nowych wydaniach, tematach numerów i akcjach specjalnych. Zapis zajmuje chwilę: www.wdp.com.pl (sekcja e-prenumerata) lub napisz: prenumerata@industriypublisher.com.

2. Wydanie papierowe – kup teraz

Możesz zamówić **pojedynczy egzemplarz** bezpośrednio w redakcji: tel. 507 061 574 / 606 689 421, prenumerata@industriypublisher.com.

3. Prenumerata papierowa – najwygodniej

- **Cena roczna: 116 zł (z 8% VAT)**
- **Dostawa w cenie** – koszty przesyłki pokrywa Wydawnictwo
- **Start w dowolnym miesiącu**; faktura przy pierwszym egzemplarzu
- Zamów online: www.wdp.com.pl lub e-mailem: 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

Zniżki dla świata nauki i edukacji (–30%)

Oferta obowiązuje dla **bibliotek, uczelni, pracowników naukowych, studentów i doktorantów**.



Poprzedni numer

- Dozowniki HETHON – precyzyjne podawanie proszków, granulatów, barwników, ziaren
- Dotacje dla przemysłu: Cyfrowa transformacja i efektywność energetyczna w praktyce
- Zastosowanie procesu powlekania w projektowaniu aktywnych folii opakowaniowych
- Propozycja szybkiej metody oznaczania wody w wybranym produkcie tłuszczowym typu margaryna
- Perspektywy rozwoju automatyki
- Pomiaru nietypowych parametrów procesów przemysłu spożywczego

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



Twoje rozwiązania w centrum uwagi!



Chcesz dotrzeć do decydentów i specjalistów z branży?

Kwartalnik „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie”
jest idealnym miejscem do promocji technologii i usług.
Pokaż swoją ofertę tam, gdzie liczy się jakość i innowacja.

**WAŻENIE
DOZOWANIE
PAKOWANIE**
kwartalnik techniczno-informacyjny

Napisz do nas:
redakcja.wdp@industriypublisher.com

www.wdp.com.pl



WAGOSUSZARKI



Najnowocześniejsze urządzenia służące do szybkiej analizy

różnych próbek w zakresie wilgotności, zawartości masy suchej
oraz innych parametrów dotyczących produktu.

Różne rodzaje ekranów ■ Różne rodzaje elementów grzewczych ■ Temperatura suszenia do 250 °C
Kalibracja wewnętrzna i zewnętrzna ■ Dokładność odczytu wilgotności do 0,0001 %
Dokładność ważenia do 0,1 mg ■ Udźwig maksymalny do 210 g ■ Interaktywne menu
Wiele interfejsów komunikacyjnych ■ Bazy danych ■ Bargraf ■ Wykresy ■ Statystyki ■ Wydruki
Zgodność z normami ■ Zastosowanie w wielu branżach

Wagosuszarka mikrofalowa PMV 50.5Y

Innowacyjne rozwiązanie do szybkiego pomiaru wilgotności próbek
o wysokiej zawartości wody (nawet do 100%).

Dzięki mikrofalom, które równomiernie rozkładają moc na próbce,
suszenie jest znacznie szybsze niż w tradycyjnych urządzeniach.



Sprawdź całą ofertę na radwag.com

