

# Logistyczne wyposażenie współczesnych procesów produkcyjnych

MICHAŁ STYP-REKOWSKI, IVAN L. OBORSKY, MACIEJ MATUSZEWSKI\*

W artykule dokonano syntezy informacji literaturowych dotyczących logistyki procesów produkcyjnych, zawężając ją do przemysłu maszynowego. Wskazano te elementy, które są niezbędne w nowoczesnych procesach wytwórczych, zarówno w zakresie procedur i oprogramowania (software) jak również wykorzystywanego sprzętu (hardware). Wykazano, że zmiana (unowocześnienie) środków produkcji generuje potrzebę zmian w logistyce procesów wytwarzania. Obydwa elementy łącznie pozwalają na wyraźne zwiększenie efektywności tych procesów. Holistyczne ujęcie zagadnienia, zawierające aspekty: techniczne, ekonomiczne oraz środowiskowe, przyczyniło się do tego, że proponowane w artykule rozwiązania mogą być przydatne w szeroko pojętej technosferze.

## WPROWADZENIE

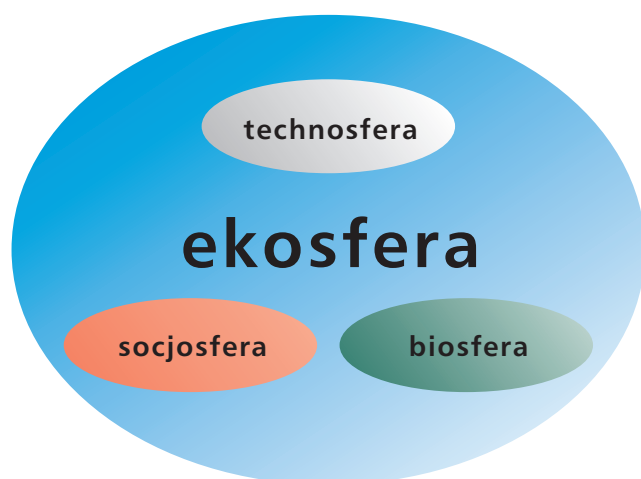
Pojęcie logistyki znane było już od wieków, jednak jak podają źródła, np. [1, 7], do ok. połowy XX wieku dotyczyło ono zagadnień związanych głównie z wojskowością. Logistyka, rozumiana jako proces planowania, realizowania,

sterowania i kontrolowania efektywnego przepływu surowców, materiałów oraz produktów finalnych, a także związanych z nimi informacji, znalazła współcześnie zastosowanie w wielu innych dziedzinach. Z działaniami logistycznymi spotykamy się praktycznie we wszystkich sferach aktywności czło-

wieka. Poza wojskowością mamy więc z nią do czynienia w szeroko pojętym przemyśle, usługach, nauce, administracji, kulturze, rolnictwie, a także w medycynie, a więc praktycznie we wszystkich obszarach środowiska w którym funkcjonuje człowiek, a więc w: socjosferze, technosferze i biosferze. W *Nauce konstrukcji* przyjmuje się, że łącznie obszary te tworzą ekosferę [3] – rys. 1.

Ta wielość i różnorodność obszarów występowania działań logistycznych generuje duże zróżnicowanie środków determinujących praktycznie efektywność podejmowanych przez człowieka działań. Wynika to z tego, że w wyniku działań logistycznych można wybrać i zaplanować właściwą kolejność i rytmiczność realizacji działań podstawowych.

Zauważyć przy tym trzeba, że wszelka działalność w jednej sferze najczęściej wywołuje skutki – nie zawsze pozytywne – w innej. Jeszcze niedawno wspomniane skutki uboczne były niedostrzegane lub lekceważone. Obecnie jednak, te interakcje są coraz częściej dostrzegane, a ich efekty są uwzględniane w ogólnym bilansie przedsięwzięcia.



Rys. 1. Elementy środowiska działalności człowieka

\* Prof. dr hab. Inż. M. Styp-Rekowski, Bydgoska Szkoła Wyższa, m.styprekowski@wp.pl, prof. I. L. Oborsky, Techniczny Instytut, Kijów, Ukraina, dr hab. inż. M. Matuszewski, Politechnika Bydgoska, Wydział Zarządzania.

**CECHY WSPÓŁCZESNYCH PROCESÓW WYTWÓRCZYCH**

Działania twórcze w sferze technicznej w większości przypadków podejmowane są w celu zaspokojenia pojawiających się potrzeb. Dominującym obszarem działalności w tej sferze są procesy wytwórcze podejmowane w różnych działach gospodarki.

Naturalną tendencją jest dążenie do tego aby procesy produkcyjne były jak najbardziej efektywne. W tym celu doskonalili się je zarówno w sferze technicznej jak i organizacyjnej. W obydwóch wymienionych sferach podejmowane działania wspomagane są sprzętowo i metodycznie. Tworzy się więc nowe, efektywniejsze (ilościowo i jakościowo) obrabiarki, które realizują złożone operacje technologiczne, coraz częściej – hybrydowe, np. laserowo wspomaganą obróbką skrawaniem, lub erozyjnie wspomaganą szlifowanie. Efektywność procesów wytwarzania poprawia się także doskonaląc rozwiązania konstrukcyjne istniejących już obrabiarek, zwiększając ich możliwości technologiczne, na przykład obróbka przy większych wartościach parametrów, co jest niezbędne zważywszy na dynamiczny rozwój inżynierii materiałowej i powstające nowe, wydajniejsze narzędzia.

Opracowuje się także nowe, innowacyjne procesy technologiczne, w których wykorzystywane są jednocześnie dwie lub więcej formy energii, np. przetłoczno-ścierna obróbka elektrochemiczna [2]. W początkowym czasie ich stosowania nazywane są one niekonwencjonalnymi metodami obróbki, lecz z upływem czasu, w wyniku ich rozpowszechniania, przestają tak być określane [6]. Jako przykład może posłużyć obróbka elektroerozyjna, którą jeszcze w latach 70-tych XX wieku nazywano nietradycyjną, a obecnie trudno sobie wyobrazić funkcjonowanie bardzo dynamicznie rozwijającej się branży formierskiej bez stosowania jej różnych rodzajów i odmian.

Współcześnie obserwuje się wdrażanie do praktyki przemysłowej koncepcji zwanej *Industrie 4.0*. Wśród czynników niezbędnych do realizacji tej koncepcji inteligentnego przemysłu, zwanej w Polsce jako *Przemysł 4.0*, jej twórcy wymieniali, m.in.:

– rozwój maszyn i urządzeń umiejących autonomicznie odbierać i przekazywać informacje,

– projektowanie inteligentnych fabryk i produktów,

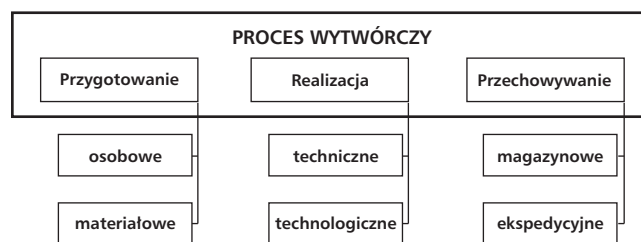
– doskonalenie procesów wytwórczych.

Takie holistyczne ujęcie tego zagadnienia uzasadnia nazywanie tej koncepcji IV rewolucją przemysłową. Wymienione wyżej czynniki nie są uszeregowane hierarchicznie, lecz wydaje się, że w przypadku tej koncepcji nie występuje taka zależność. Dla jej realizacji niezbędne jest bowiem zaistnienie wszystkich wymienionych działań.

W sferze organizacyjnej współczesnych procesów wytwarzania, jednym z ważniejszych elementów determinujących ich efektywność jest logistyka. W tym zakresie ważny jest aspekt technicznego wspomagania działań logistycznych. Odpowiedni dobór maszyn i urządzeń, wykorzystywanych zarówno w procesie produkcyjnym jak również wspomagających logistycznie ten proces, pozwala

software i hardware. W pierwszym z nich będą to różnego rodzaju metody, procedury, programy itd. Mają one na celu zapewnienie poprawnego przepływu masy i informacji w realizowanych procesach wytwórczych, przy czym dotyczy to także działań przed i po samym procesie, a więc przygotowania procesu oraz przechowywania gotowego produktu – rys. 2. Logistyka procesów wytwarzania prowadzi więc do optymalizacji czasu realizacji działań na każdym etapie istnienia produktu, a w konsekwencji przyczynia się do minimalizacji kosztów wytwarzania. Dzięki efektom działań logistycznych w znacznym stopniu poprawia się także jakość produktu i efektywność zarządzania procesami produkcyjnymi.

Na schemacie – rys. 2, w poszczególnych fazach wymieniono tylko najważniejsze dla ich realizacji elementy. Zauważyć jednak należy, że w zależności od rodzaju produktu finalnego mogą występować jeszcze inne elementy procesu jego wytwarzania.



Rys. 2. Fazy procesu wytwórczego i najistotniejsze ich logistyczne elementy składowe

na jego realizację w sposób rytmiczny i zgodny z oczekiwaniami, zarówno w aspekcie wydajności jak i jakości produktów finalnych.

Celem niniejszego opracowania jest wskazanie najistotniejszych zdaniem autorów elementów wyposażenia logistycznego, które są niezbędne we współczesnych procesach wytwórczych, uwzględniając przy tym potrzeby i wymagania jakie generuje chęć wdrażania nowej koncepcji procesu wytwarzania *Przemysł 4.0*.

**ZADANIA LOGISTYKI W PROCESACH WYTWÓRCZYCH**

W działaniach logistycznych realizowanych w technosferze można wyróżnić – wykorzystując nazewnictwo używane w informatyce – działania z zakresu

Dla zapewnienia logistyce odpowiedniej efektywności, działania te wymagają wspomaganie sprzętowego, przy czym w każdej z tych faz niezbędne są inne narzędzia i środki do ich realizacji. Posługując się nazewnictwem używanym w informatyce środki te można zakwalifikować jako hardware logistyki.

**WYPOSAŻENIE LOGISTYCZNE KOLEJNYCH FAZ PROCESÓW WYTWÓRCZYCH**

Jak już wyżej stwierdzono do realizacji wymienionych działań logistycznych w poszczególnych fazach procesu wytwórczego niezbędne jest odpowiednie wyposażenie, przy czym w każdej z trzech faz potrzeby i wymagania w tym zakresie są inne. W fazie przygotowania

są to przede wszystkim narzędzia informatyczne, gdyż w obecnych czasach trudno sobie wyobrazić działania realizowane w celu uruchomienia lub podtrzymania produkcji bez wspomaganie komputerowego. W zależności od branży niezbędne może być także wyposażenie sprzętowe.

W drugiej, zasadniczej fazie procesu wytwarzania, logistyka wymaga już zastosowania odpowiedniego sprzętu: maszyn i urządzeń. Podczas realizacji założonego procesu technologicznego następuje przekształcanie masy, niezbędne będą zatem urządzenia, które będą wspomagały w tym zakresie proces produkcyjny. Współcześnie, logistyka tej fazy – *Realizacja*, także wspomagana jest najczęściej komputerowo [5].

Gotowy już produkt przekazywany jest do magazynu lub wysyłany bezpośrednio do odbiorcy. W pracach magazynowych niezbędne są urządzenia, które pozwalają na poprawny transport do miejsca przechowywania produktu do czasu jego wysyłki do odbiorcy, przy czym może to być użytkownik (konsument) produktu lub branżowa hurtownia. Odpowiednia ekspedycja towaru wymaga również działań logistycznych, a te – wyposażenia technicznego.

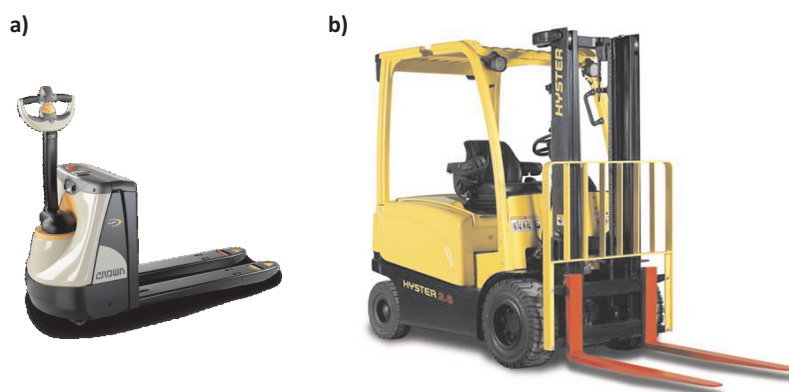
*Planning*) [5]. Do realizacji tych działań niezbędny jest oczywiście także odpowiedniej jakości sprzęt komputerowy oraz osoby umiejące wykorzystać jego możliwości.

Zadaniem logistyki w tej fazie jest zapewnienie płynnego dostarczania surowca w takich ilościach jakie pozwolą zapewnić ciągłość produkcji, lecz bez gromadzenia nadmiernych zapasów. Do tego celu niezbędny jest więc sprzęt umożliwiający szybki rozładunek dostarczanych surowców lub półproduktów. Zbiór wyposażenia technicznego wykorzystywanego w tej sferze jest ogromny,

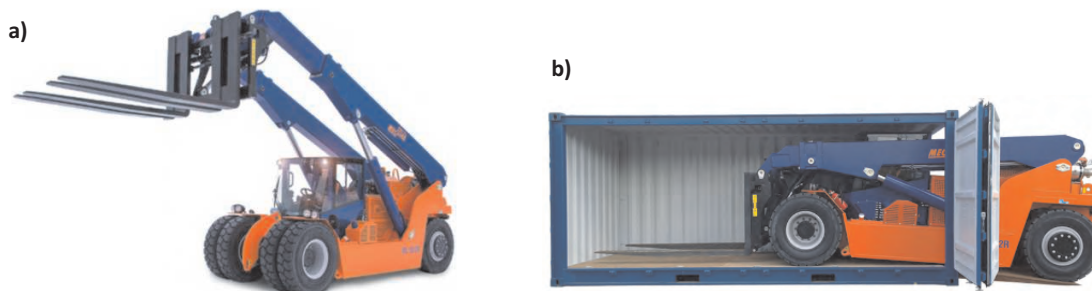
portowe, których przykłady przedstawiono na rys. 3.

W przypadku obydwóch rodzajów transportu coraz powszechniejszy jest transport materiałów wejściowych do procesu produkcyjnego w kontenerach. Rozładanie ich wnętrza, ze względu na ograniczoną przestrzeń, jest trudniejsze niż rozładunek wagonów lub samochodów, wymaga też innego wyposażenia.

Sprawne rozładanie towaru dostarczonego w kontenerze umożliwia specjalny wózek widłowy – rys. 4. Jest to wózek o tak dobranej strukturze kon-



Rys. 3. Przykłady wózków używanych w transporcie bliskim: a) wózek paletowy, b) wózek widłowy o nośności 2,5 Mg i wysokości podnoszenia do 6000 mm



Rys. 4. Wózek widłowy do za i rozładunku kontenerów: a) widok ogólny, b) wózek podczas pracy w kontenerze

### Techniczne wyposażenie fazy przygotowania produkcji

W fazie przygotowania produkcji niezbędne jest przede wszystkim wyposażenie ze sfery software. W tym zakresie wykorzystuje się komputerowe programy wspomagające poszczególne etapy tego przygotowania – przede wszystkim strategiczne planowanie produkcji – CAP (*Computer Aided Planning*) oraz planowanie zaopatrzenia materiałowego – MRP (*Material Requirements*

przytoczone zostaną więc jedynie jego przykłady.

Współcześnie surowce lub półfabrykaty dostarczane są do zamawiającego producenta transportem samochodowym lub kolejowym. Do rozładunku należy zabezpieczyć więc odpowiednie środki techniczne, np. dźwigi, suwnice, które zapewnią szybki i bezpieczny ich rozładunek. W tej grupie sprzętu wieloelementowy i bardzo zróżnicowany konstrukcyjnie zbiór tworzą wózki trans-

strukcyjnej, aby możliwe było jego użycie do rozładowania ładunku nawet z pomieszczeń o małej kubaturze, co ma miejsce właśnie w przypadku transportu kontenerowego. Dzięki cechom konstrukcyjnym elementów wózka, a także dużej ruchliwości jego zespołów funkcyjnych możliwy jest rozładunek także z powierzchni usytuowanych w głębi kontenera – rys. 4b.

Do zadań logistycznych należy więc uzgodnienie nie tylko ilości i terminu

dostawy, ale także sposobu dostawy potrzebnego towaru tak, aby zabezpieczyć jego szybki i bezpieczny rozładunek, a następnie przekazanie do bezpośredniego wykorzystania w procesach wytwarzania.

**Urządzenia logistyczne w realizacji procesów wytwarzania**

W obecnie realizowanych procesach wytwórczych obserwuje się wyraźne uproszczenie działań logistycznych. Z jednej strony wynika to ze stosowanego wspomaganie komputerowego procesów, z drugiej zaś – z automatyzacji maszyn technologicznych w nich używanych. Pierwszy z wymienionych czynników spowodował na przykład uproszczenie obiegu dokumentacji. W skrajnym przypadku dokumentacja w wersji „papierowej” zanika, a rezultaty pracy konstruktorów przekazywane są bezpośrednio do maszyny technologicznej w formie plików. Automatyzacja maszyn technologicznych powoduje z kolei to, że na jednej obrabiarkie wykonywanych jest cały szereg operacji technologicznych, w wersji tradycyjnej wykonywanych na kilku obrabiarkach. Z tego powodu praktycznie niepotrzebny jest transport międzyoperacyjny, a bardzo ograniczony – międzystanowiskowy.

W transporcie międzystanowiskowym występuje najczęściej potrzeba przemieszczania ładunku zarówno w poziomie jak i w pionie. Dodatkowo, w tej fazie wytwarzania niezbędne może być orientowanie przedmiotu (zespołu) w przestrzeni, odpowiednio do potrzeb kolejnej operacji obróbki lub montażu. Do realizacji tych zadań wykorzystuje się manipulatory, rzadziej roboty o różnej, odpowiedniej do potrzeby liczbie stopni swobody.

Obydwie maszyny realizują podobny zakres czynności, z tym że manipulator wykonuje tylko zadanie w określonym zakresie, nie ingerując w jego przebieg, natomiast robot, dzięki temu, że w jego strukturze występuje sprzężenie zwrotne – rys. 5, ma możliwość ingerowania w proces w przypadku wystąpienia losowych, nieprzewidzianych jego zakłóceń.

Większy zakres czynności jakie może realizować robot w porównaniu do manipulatora, jest możliwy dzięki bardziej rozbudowanemu układowi sterowania. Wpływa to jednak na koszt

zakupu (większy dla robota), tak więc tam gdzie możliwości manipulatora w zakresie transportu i orientacji są wystarczające nie stosuje się robota gdyż jego użycie byłoby ekonomicznie nieuzasadnione.

Ważnym zespołem funkcyjnym manipulatora oraz robota jest uchwyt roboczy znajdujący się na końcu ostatniego członu. Od jego rodzaju zależą możliwości i funkcje jakie może realizować manipulator. Dzięki ruchliwości swoich członów manipulator może wykonywać wiele różnych czynności. Mocując w uchwycie np. palnik może on wykonywać w zasadzie wszystkie rodzaje spoin, jeżeli natomiast zamiast palnika na ramieniu końcowym zamocować inne narzędzie, np. elektrowrzeciono lub specjalny uchwyt, możliwa będzie obróbka bądź przemieszczanie i/lub orientowanie uchwyconego elementu.

Automatyzacja transportu międzystanowiskowego i międzyoperacyjnego (o ile taki występuje) wymaga oznaczania obrabianych elementów w specjalny sposób. Zwiększa się w ten sposób niezawodność tego transportu, a pośrednio – całego procesu wytwórczego. Oznakowanie takie może być również przydatne w przypadku reklamacji.

Działania logistyczne w fazie realizacji procesu wytwarzania to nie tylko dostarczanie materiału, przemieszczanie obrabianego elementu lub gotowego produktu, lecz także transport powstających w procesie produktów ubocznych (najczęściej odpadów) i płynów obróbkowych. W celu zwiększenia efektywności działań w tym zakresie czołowy producent narzędzi w jednym

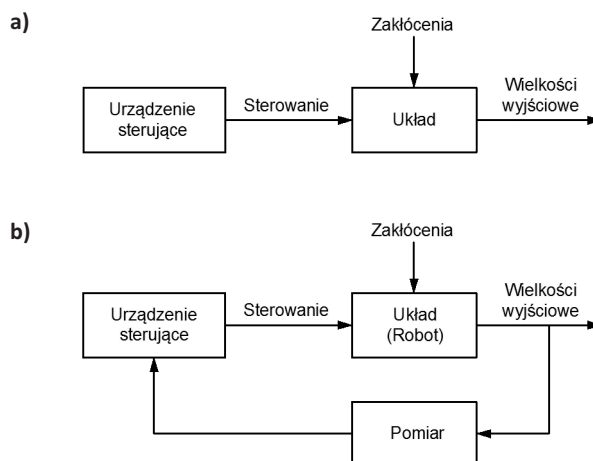
ze swoich zakładów wybudował magistralę będącą centralnym, zamkniętym systemem obiegu cieczy chłodząco-smarującej używanej głównie w dominującym w tym zakładzie procesie szlifowania narzędzi. Z centralnego zbiornika, w którym ciecz jest przygotowywana, doprowadzana jest ona do poszczególnych obrabiarek skąd po obróbce jest ona odbierana z nich kolektorem, a po uzdatnieniu – powtórnie przekazywana do obrabiarek.

Takie dodatkowe, chociaż peryferyjne działania logistyczne nie tylko poprawiają efektywność produkcji, gdyż nie potrzeba co jakiś czas przerywać pracy obrabiarki aby wymienić płyn. Mają one także charakter proekologiczny. Istotne jest przy tym to, że zamiar ich realizacji należy przewidzieć już na etapie projektowania zakładu, gdyż budując magistralę, niezbędna jest znajomość przyszłego rozmieszczenia obrabiarek.

**Magazynowe urządzenia logistyczne**

W wyniku realizacji procesów wytwórczych powstaje nowy produkt, który najczęściej zanim opuści zakład przekazywany jest do miejsca krótszego bądź dłuższego składowania. Najczęściej jest to magazyn, przy czym w zakładach produkcyjnych mogą występować dwa rodzaje magazynów:

- miejsce gdzie przechowywane są surowce, materiały i narzędzia do produkcji oraz
- miejsce, do którego trafiają produkty finalne zakładu i skąd ekspediowane są do odbiorcy.



Rys. 5. Schematy blokowe: a) manipulatora, b) robota [9]

W przypadku pierwszych z wymienionych magazynów do prawidłowego ich funkcjonowania niezbędne są mobilne środki transportu, a więc różnego rodzaju wózki transportowe, w drugim zaś potrzebne są przede wszystkim stacjonarne urządzenia transportowe.

W obydwóch rodzajach magazynów niezbędne są urządzenia realizujące transport zarówno poziomy jak i pionowy. Najczęściej do tego celu używane są wózki widłowe, które służą do transportu poziomego produktu na miejsce składowania (regał lub pole odkładcze). W przypadku magazynu wysokiego składowania niezbędny jest również transport pionowy, który można realizować także za pomocą wózków widłowych. Wyposażenie to zależne jest jednak w dużym stopniu od rodzaju produktu finalnego. Inne będzie w fabryce śrub, inne – u producenta telewizorów.

Istnieje duża różnorodność konstrukcyjna wózków widłowych, przy czym podstawowym wyróżnikiem eksploatacyjnym jest udźwig. Bardzo istotnymi wielkościami w odniesieniu do wózków w zastosowaniach magazynowych jest

kąt skrętu a także rozstaw kół, gdyż decydują one o ich manewrowości. W zależności od przeznaczenia, przede wszystkim uwzględniając sposób składowania, istotnym parametrem pracy wózków jest także wysokość podnoszenia.

Najprostsze konstrukcyjnie są wózki paletowe – rys. 3a, mające udźwig do 2 Mg jednak ich wysokość podnoszenia to jedynie 200 mm. Z tego powodu używane są przede wszystkim w magazynach niskiego składowania.

W magazynach wysokiego i średniego składowania wózki mogą być zdalnie sterowane lub bezpośrednio obsługiwane przez operatora – rys. 6.

Wózki takie umożliwiają dostęp do wszystkich poziomów składowania. Zasadniczym zagadnieniem eksploatacyjnym w przypadku takich wózków jest zapewnienie ich stateczności, zwłaszcza obciążonych przemieszczanym ładunkiem.

Wózki magazynowe o dużych wysokościach podnoszenia mają prowadnice



Rys. 6. Samojezdny wózek widłowy o wysokości podnoszenia 17 145 mm i udźwigu do 1,5 Mg [4]



Rys. 7. Fragment wielopoziomowego systemu transportowego w magazynie [8]

składane teleskopowo: dwu- lub trzykrotnie, co zapewnia niezbędną wysokość podnoszenia przy zapewnionej ich sztywności i stateczności.

W magazynach wózki pracują w pomieszczeniach zamkniętych dlatego też w takich zastosowaniach ze względów BiHP używa się wózków z akumulatorem napędem elektrycznym.

Magazyny produktów w zakładach wytwórczych służą nie tylko do składowania wytworzonych produktów finalnych lecz także są miejscem, z którego ekspediowane są one do odbiorcy. Z tego powodu muszą one być wyposażone w środki transportu z regału do miejsca wysyłki. W nowoczesnych zakładach, w których magazyny są zmechanizowane, a nawet zautomatyzowane, wykorzystuje się do tego celu systemy transportowe, nierzadko wielopoziomowe – rys. 7.

System transportowy w takim magazynie tworzą przenośniki: rolkowe lub taśmowe – do transportu w poziomie, i taśmowe lub zgrzebłowe – do transportu pod pewnym kątem. Do cięższych elementów do transportowego używa się wind.

Na rys. 8 pokazano trasę utworzoną przez przenośniki rolkowe. Widoczny jest na nim mechanizm umożliwiający zmianę kierunku transportu (w miejscu gdzie rolki są usytuowane równoległe do osi przenośnika).

W magazynach produktów składowane mogą być towary wytworzone w danym zakładzie i przeznaczone do sprzedaży (magazyny producentów) lub towary zakupione u różnych producentów, także przeznaczone do dalszej sprzedaży (hurtownie). W każdym przypadku towar musi być składowany w taki sposób, aby nie utracił swoich cech użytkowych. W celu maksymalnego wykorzystania kubatury obiektu jest on wyposażony w różnego rodzaju regały, stojaki wieszaki lub urządzenia specjalne. W przypadku hurtowni niezbędny jest także sprzęt umożliwiający komisjonowanie dostarczonego towaru, polegające na rozformowaniu zbiorczych opakowań, w jakich dostarczono towar i podzieleniu ich na grupy opakowań jednostkowych. Oczywiście rodzaj wyposażenia zależy od rodzaju magazynu i przechowywanego w nim towaru. Od tego będą również zależały geo-



Rys. 8. System magazynowych przenośników rolkowych [8]

metryczne cechy konstrukcyjne wymiennego wyposażenia, zawsze jednak muszą one umożliwiać łatwy dostęp do magazynowanych produktów.

Do sprawnego funkcjonowania magazynu niezbędna jest także sieć monitorująca przestrzeń magazynową, a w przypadku magazynów dużych – także sieć komunikacyjna, obecnie najczęściej mobilna.

Analiza stanów magazynowych w magazynach zautomatyzowanych prowadzona jest przez zintegrowany system komputerowy, co gwarantuje dużą niezawodność dostaw, m.in. dzięki zapew-

nieniu sprawności technicznej systemu transportowego i bezpieczeństwa przechowywanych towarów. Każda zmiana stanu spowodowana dodaniem kolejnych, wyprodukowanych elementów lub ich wyekspediowaniem zapisywana jest automatycznie w systemie, dzięki czemu stan magazynowy aktualizowany jest on-line.

**PODSUMOWANIE**

Podobnie jak w przypadku każdych zmian – także wdrożenie do praktyki koncepcji Przemysł 4.0 wymaga czasu. Według Europejskiego Centrum Wspie-

Tabela 1. Etapy wdrażania procesów wytwarzania wg koncepcji Przemysł 4.0 [10]

Etap	Zakres podejmowanych działań
I etap	dotyczy zaawansowania technologicznego uwzględniającego elastyczne systemy produkcyjne, ułatwiające szybkie dostosowanie się do zmian w zakresie liczby oraz rodzaju produktów
II etap	polega na współdzieleniu informacji o procesie wytwarzania przez ludzi, maszyny i produkty
III etap	dotyczy uwzględnienia zasad gospodarki obiegu zamkniętego w celu pełnego wykorzystania surowców i zmniejszenia emisji
IV etap	kompleksowa realizacja oczekiwań klientów wobec wyrobów (End-to-End Customer Focussed Engineering)
V etap	skupienie się na człowieku, m.in. poprzez wykorzystanie indywidualnych różnic na rzecz wzmocnienia organizacji, oraz budowę właściwego środowiska pracy
VI etap	stosowanie zintegrowanych systemów, które w czasie rzeczywistym reagują na zmienne warunki (Smart Manufacturing). W tej fazie duże znaczenie ma przechowywanie i udostępnianie dużych zbiorów danych
VII etap	utworzenie fabryki otwartej, tzn. takiej, która rozumie potrzeby wszystkich uczestników łańcucha wartości



rania Zaawansowanej Produkcji, w transformacji zmierzającej w kierunku *Przemysłu 4.0* wyróżnić można 7 etapów, które zestawiono w Tabeli 1 na poprzedniej stronie.

Na podstawie przytoczonych w artykule informacji można stwierdzić, że sprawne i efektywne działania logistyczne są warunkiem niezbędnym do osiągnięcia sukcesu praktycznie w każdej sferze działalności człowieka, a w technosferze – szczególnie. Z tego powodu producenci, szczególnie wytworów rynkowych, działaniom logistycznym nadają szczególną wagę. Analiza procesów wytwórczych realizowanych w krajowym przemyśle wykazuje, że do osiągnięcia poziomu zakładanego przez twórców koncepcji *Przemysł 4.0* jest jeszcze daleka droga. Przedstawione działania i środki umożliwiające ich realizację wskazują na to, że jesteśmy na I-II etapie wdrażania tej koncepcji. Widoczne są już jednak pewne elementy niezbędne do przejścia do kolejnych etapów, np. wykorzystywanie w nie-

których sektorach aktywności człowieka *Internetu Rzeczy (IoT – Internet of Things)*, np. służba zdrowia, a w przemyśle – *Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT – Industrial Internet of Things)*, np. w sieciach energetycznych, telekomunikacyjnych lub informatycznych, a także w różnych układach i systemach zarządzania.

#### Literatura

1. Coyle J. J., Bardi E. J., Langrey Jr. J. C.: *Zarządzanie Logistyczne*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2002.
2. Dąbrowski L., Marciniak M., Szewczyk T.: *Wydajnościowe aspekty przetłoczności obróbki elektrochemicznej*. w: Styp-Rekowski M. (redakcja): *Zagadnienia konstrukcyjne i technologiczne niekonwencjonalnych technik wytwarzania*. Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz 2006.
3. Dietrych J.: *System i konstrukcja*. WNT, Warszawa 1985.

4. Katalog firmy Crown.

5. Matuszewski M., Polishchuk O., Styp-Rekowski M.: *Komputerowe wspomaganie działań człowieka w technosferze (CAx)*. *Obróbka Metalu*, 4(39)/2019, s. 34-37.

6. Ruszaj A.: *Niekonwencjonalne metody wytwarzania elementów maszyn i urządzeń*. Prace Instytutu Obróbki Skrawaniem, seria Monografie, Kraków 1999.

7. Skowronek Cz., Sarjusz-Wolski Z.: *Logistyka w przedsiębiorstwie*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003.

8. Styp-Rekowski M., Matuszewski M.: *Automatyzacja procesów wytwarzania*. Wydawnictwo Bydgoskiej Szkoły Wyższej, Bydgoszcz 2015.

9. Styp-Rekowski M.: *Ofensywa marketingowa marki CERATIZIT*, *Obróbka Metalu* 3(38)/2019, s. 15-20.

10. [www.https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/tag/przemysl-4-0/#desc-bottom/\[data dostępu: 4.10.2021\]](https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/tag/przemysl-4-0/#desc-bottom/[data dostępu: 4.10.2021]). ■