

ROBERT LUBANDY

od ponad 20 lat związany zawodowo z logistyką; w ciągu prawie 20 lat zaprojektował ponad 200 magazynów i rozwiązań automatyzacji magazynowej w branżach FMCG, części zamiennych, lekarstw i produkcyjnej; od 2008 roku prowadzi własną firmę na rynku usług konsultingowych w krajach Europy Wschodniej; dwukrotny laureat Constantinus Award, przyznawanej przez Austriacką Izbę Gospodarczą w kategorii Międzynarodowego Projektu Doradczego

Automatyzacja – wybrane systemy wspomagające proces kompletacji produktów w magazynie

W artykule przedstawiono proces projektowania automatycznego transportu oraz wybrane systemy wspomagające proces kompletacji produktów w magazynie – urządzenia transportu wewnątrzmagazynowego, transportowo-odkładnicze oraz magazynowo-kompletacyjne. Wdrożenie powyższych rozwiązań pozwala na optymalizację procesów logistycznych.

• PROJEKT AUTOMATYCZNEGO SYSTEMU TRANSPORTU WEWNĘTRZNEGO

Każdy projekt jest indywidualny i nie ma dwóch jednakowych rozwiązań logistyki magazynowej. Wynika to z faktu, że obiekty różnią się formą, infrastrukturą, strukturą zleceń i specyfikacją techniczną zastosowanych urządzeń. Niemniej istnieje wiele uniwersalnych zasad (dotyczących składowania, stosowania oddzielnych strumieni przepływu towarowego, struktury ABC¹ magazynowania itp.) i rozwiązań (systemy regałowe, urządzenia przenośnikowe, automatyczne systemy kompletacji), na bazie których powstają projekty.

Podstawą każdego z nich jest pomysł (MASTER PLAN²) na kompletne rozwiązanie. Może to być specyficzna reguła przyjęć towaru lub sposób na sortowanie i rozdzielanie w magazynie. Tego typu pomysły rodzą się w trakcie intensywnych studiów przypadków biorących pod uwagę oczekiwania klienta lub jego odbiorców. Automatyczne systemy magazynowe czy kompletacyjne projektuje się na podstawie potrzeb danego klienta z uwzględnieniem takich parametrów, jak:

- specyfika towaru i jego własności fizyczne,
- strumień przepływu towarowego określone w trakcie analizy danych,
- planowany wzrost/ekstrapolacja,
- warunki i możliwości rynku pracy w okolicy zakładu,
- zdolności do finansowania projektu,
- dostępność infrastruktury.

Co istotne, bazy danych z przeszłości, stanowią podstawę do prognoz na najbliższe kilka lat. Powstający projekt automatyzacji jest z jednej strony sztywny na miarę, a z drugiej uniwersalny. W związku z tym musi uwzględniać możliwość:

- rozbudowy w przyszłości,
- modyfikacji struktury zamówień,
- zmiany potrzeb odbiorców, np. dotyczących opakowań i ilości jednostkowych,
- zmiany asortymentu produktów.

Za każdym razem jest to wynik balansu pomiędzy wszystkimi ww. parametrami wewnątrz tzw. trójkąta planowania logistycznego (rys. 1).



Podczas tworzenia zarysów projektu najczęściej do dyspozycji są dane dotyczące: infrastruktury (jeżeli nie, to zwiększa się stopień swobody planowania), struktury zamówień oraz oczekiwanej wartości inwestycji lub warunków jej zwrotu (ang. *Return of Investment*, ROI).

Pośrodku tak postawionych warunków powinno znaleźć się optymalne rozwiązanie dla danego zadania. Komplikuje się ono, gdy nieznanne są (najczęściej nowe) oczekiwania rynku i jego rozwiązanie musi bazować na bardziej uniwersalnych założeniach – takich, które dają możliwość elastycznego dopasowania procesu lub z góry zakładają ich płynne zmiany (co najczęściej kojarzone jest ze wzrostem nakładów inwestycyjnych).

Chociaż doradca powinien być dalece idącym pragmatykiem, a jego rzeczowa ocena dawać jednoznacznie określone parametry rozwiązań, to równie ważna okazuje się umiejętność aktywnego (empatycznego, nieco emocjonalnego) słuchania opinii, pochodzących np. z działu sprzedaży, serwisu lub właścicieli.

Najczęściej spotykana w praktyce sytuacja wygląda następująco: inwestor dysponuje pomieszczeniami magazynowymi lub innego przeznaczenia, w których chce wdrożyć nowe rozwiązania. Infrastruktura pomieszczenia, a zwłaszcza powierzchnia i wysokość, rozmieszczenie słupów, doprowadzone media czy rozkład dojazdów i bram – to decydujące kwestie dla procesu planowania. Niestety są to najczęściej zagadnienia ograniczające, wymuszające kompromisy przy

rys. 115

wyborze rozwiązań, kierunku przepływu towaru i jego nasycenia lub procesem czy określonych powierzchni.

Zdecydowanie lepsze rezultaty wydajnościowe i kosztowe są osiągnięte w przypadku projektów typu green field, w których decydującym warunkiem jest proces logistyczny (bez kompromisów). Wymaga to od wszystkich uczestników procesu planowania (inwestora, architekta, firmy budowlanej, logistyków) otwartego dialogu i jasności celów.

Kolejnym, również ważnym elementem procesu planowania wewnątrz trójkąta logistycznego jest struktura zamówień. Model matematyczny powinien obejmować także dane o:

- zaopatrzeniu i jego warunkach,
- towarze (geometrii, masie, grupie użytkowej, grupie kruchości itp.),
- wartościach planowanego wzrostu sprzedaży (ekstrapolacji),
- warunkach dostaw i transportu do klienta,
- procesach przemieszczenia towaru i obróbki zamówień wewnątrz magazynu w przyszłości (od przyjęcia towaru do ekspedycji).

Jeżeli przyjąć warunek nieograniczonych środków inwestycyjnych, a jako jedyne kryterium oceny ekonomicznej projektu – współczynnik zwrotu z inwestycji, to planista zostanie postawiony przed zadaniem, którego idealne rozwiązanie leży jedynie pomiędzy warunkami brzegowymi infrastruktury i struktury zamówienia. Zakładając następnie, że mamy do czynienia z projektem typu green field, to dla idealnego rozwiązania można określić stopień automatyzacji w stosunku do wartości siły roboczej pracownika, co powinno wyrazić się w oczekiwanym okresie zwrotu z inwestycji. W praktyce tego typu projekty są spotykane niezwykle rzadko. W efekcie planista musi szukać idealnego rozwiązania, uwzględniając dodatkowo maksymalną dopuszczalną wysokość nakładów inwestycyjnych.

• URZĄDZENIA TRANSPORTU WEWNĄTRZMAGAZYNOWEGO

Aby omówić wszystkie urządzenia transportu wewnętrznego i sposoby ich działania, konieczne byłoby opracowanie na ten temat oddzielnego artykułu. W niniejszym tekście autor ograniczy się jedynie do krótkiej ich systematyzacji z podziałem na grupy, a następnie opracowania tych najbardziej rozpowszechnionych na rynku polskich inwestycji.

Ze względu na funkcjonalne połączenie z budynkiem wyróżnia się systemy:

- stale powiązane z infrastrukturą budynku, np. przenośniki,
- systemy mobilne lub niezależne, np. wózki samojezdne typu AVG (ang. *Automated Guided Vehicle*),

W pierwszej grupie urządzeń występują przenośniki o różnej konstrukcji i przeznaczeniu. Z punktu widzenia doboru ich typu w zależności od transportowanych jednostek towarowych można je pogrupować na przenośniki:

- transportu wewnętrznego kartonów i pojemników,
- palet i innych jednostek gabarytowych,
- towarów sypkich, także drobnego wyrobu w dużych ilościach, np. złączników elektrycznych,
- specjalnego przeznaczenia dla żywności lub produktów chemicznych bez opakowania,



2 Przenośniki do pojemników i kartonów: rolkowe, pasowe, sekcyjne



3 Przenośniki do palet

- uniwersalne przeznaczone do transportu kilku powyższych towarów.

Kolejnym kryterium wyboru właściwego typu przenośnika będzie sposób jego integracji z infrastrukturą budynku, a dokładniej jego orientacji w stosunku do podłoża.

Wyróżniamy zatem systemy przenośników:

- montowane do podłoża (podłogi hali lub antresoli),
- podwieszane nad podłożem (mocowane do własnych konstrukcji nośnych lub do sufitu antresoli bądź hali).

W przeciwieństwie do ww. typów przenośników niezależne systemy transportowe nie wymagają uwzględnienia sposobu mocowania w procesie planowania budynku, a jedynie zapewnienia im drogi przejazdu, która może być określona przy zachowaniu bezpiecznej odległości od ścieżki przeznaczonej dla pracowników. Na początku artykułu opisano proces planowania magazynu od tzw. MASTER PLANU aż do przygotowania dokumentacji przetargowej. To właśnie już na etapie koncepcji procesowej dokonuje się wyboru właściwego sposobu i trybu transportu. Autor chciałby powtórzyć, ważną z punktu widzenia przyszłej efektywności procesu logistycznego, uwagę skierowaną do architektów i firm deweloperskich, dotyczącą planowania obiektów logistycznych.

Na podstawie ww. aspektów przenikania doświadczeń budowlanych, zabezpieczenia przeciwpożarowego oraz logistycznego można sformułować wiele postulatów mogących znacząco ułatwić i jednocześnie zoptymalizować procesy projektowania

dla zespołów wielobranżowych uczestniczących przy realizacji podobnych projektów.

W celu odzwierciedlenia potrzeb przyszłego użytkownika obiektu przy jednoczesnym zabezpieczeniu zdrowia i życia pracowników magazynu należy:

- przygotować wstępny projekt operacji logistycznych (MASTER PLAN) przed przystąpieniem do prac projektowych obiektu (określenie kluczowych parametrów, takich jak: wysokość hali, rozstaw osi słupów, liczbę koniecznych bram wjazdowych i załadunkowych, położenie punktów skrzyżowania strumieni towarowych oraz ich zabezpieczenie technologiczne, konieczne powierzchnie operacyjne i służące do składowania towaru itp.);
- wykonać analizę zabezpieczeń przeciwpożarowych i BHP (symulacje oddymiania i statyka w warunkach pożaru) w celu wsparcia prac planowania logistycznego;
- przekazać zespołowi projektującemu obiekt wstępne wyniki planowania i wyboru rodzaju konstrukcji systemów logistycznych w celu przygotowania właściwych założeń dotyczących typu betonu i jego charakterystycznych obciążeń (zasada wychodząca od potrzeb użytkowych do wymagań technicznych budynku znacząco poprawia wyniki ROI całego projektu);
- wprowadzić strefy potencjalnej rozbudowy infrastruktury w przypadku wzrostu natężenia strumienia towarowego lub zabezpieczyć strefy operacyjne dla spiętrzeń sezonowych.

• URZĄDZENIA TRANSPORTOWO-ODKŁADCZE

Według definicji są to urządzenia poruszające się w przestrzeniach międzyregalowych w celu przejścia i odkładania jednostek towarowych w układzie regałowym. Ich konstrukcje najczęściej wykorzystują maszty jedno- lub wielosłupowe, dodatkowo wyposażone w elementy chwytakowe w zależności od specyfiki towarów przemieszczanych za ich pomocą. Ze względu na kierunek ruchu tych urządzeń dzielimy je na:

- układnice o ruchu poziomym masztu,
- windy o ruchu nośnika w pionie,
- układy mieszane, np. SHUTTLE³ paletowy.

Ze względu na jednostki transportowe wyróżniamy:

- MINI-LOAD⁴ dla pojemników i kartonów,
- układnice dla palet i innych jednostek gabarytowych.

Ciekawym rozwiązaniem towarzyszącym wdrożeniu układu dla jednostek gabarytowych, takich jak np. palety, jest budowa budynku samonośnego, tzw. silosa, którego konstrukcja i statyka opierają się na układzie regałowym będącym częścią dostarczonego wyposażenia. W ten sposób prace budowlane sprowadzają się do koordynacji przygotowania przez inwestora płyty fundamentowej, a części konstrukcyjnej przez dostawcę urządzenia.

Silosy podlegają wielu dodatkowym uzgodnieniom i pozwoleniom, niemniej stanowią bardzo ciekawe rozwiązanie w przypadku ograniczenia powierzchni zabudowy, gdzie wyjściem jest wzniesienie zwartej konstrukcji o dużej wysokości (w praktyce od 20 do 45 m), przylegającej bezpośrednio do zakładu produkcyjnego, stanowiącej jego bezpośrednio zaplecze magazynowe w pełni zintegrowane układem transportu wewnętrznego, niewymagającego pracy ludzkiej.

Także w przypadku tych urządzeń konieczna jest faza planowania wstępnego (MASTER PLAN), gdzie przewiduje się potencjał silosa z punktu widzenia jego pojemności, wydajności szczytowej i wartości inwestycji. Niebagatelny wpływ na pozytywne ROI takiego projektu ma fakt ograniczenia transportu produkowanych wyrobów, które dotychczas były składowane w oddległych magazynach (wynajętych lub własnych).



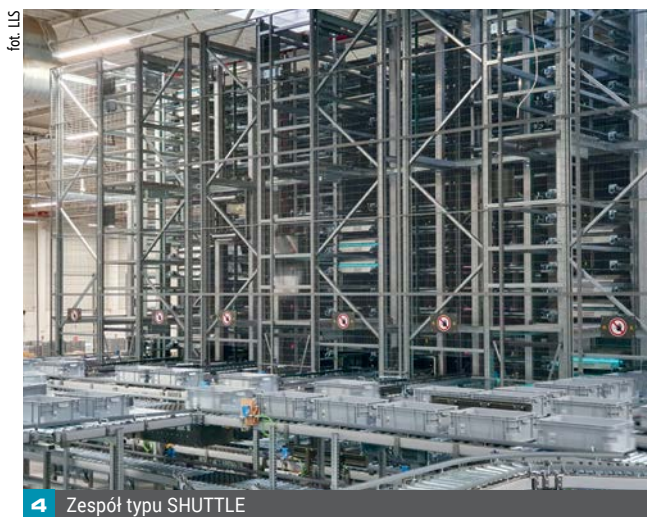
5 Układ typu SILOS

• URZĄDZENIA MAGAZYNOWO-KOMPLETACYJNE

W przypadku tej grupy urządzeń trudno o ich jednoznaczną definicję, gdyż na rynku jest wiele maszyn różniących się drobnymi elementami techniki, sposobem realizacji ruchu i procesu kompletacji, czy typu obsługiwanych przez nie jednostek. Przyczyna tego bardzo często leży w zastrzeżeniach patentowych ich producentów i, aby ich nie naruszać, powstają coraz to nowsze i bardziej wymyślne konstrukcje. Można przyjmując ogólną definicję, że są to urządzenia o zwartej konstrukcji automatycznego magazynu służącego do składowania jednostek magazynowych podawanych do wydzielonego miejsca kompletacji ich zawartości.

Ze względu na konstrukcję można je podzielić na:

- karuzelowe (z ruchem magazynu wokół definiowanych osi obrotu),
- windowe (z ruchem i składowaniem nośników w pionie),
- wielopoziomowe (matrycowe z ruchem zarówno w pionie, jak i poziomie).



4 Zespół typu SHUTTLE

Ich największą zaletą jest łączenie funkcji składowania, automatycznego transportu do miejsca kompletacji i pobrania towaru przez człowieka lub robota, realizowanego w procesie ciągłym. Tzw. metoda kompletacji na zasadzie „towar do człowieka” istotnie zwiększa efektywność procesu w stosunku do tradycyjnych rozwiązań regałowych (o ok. 200 do 500%), gdzie pracownicy przemieszczają się w korytarzach. Urządzenia te zostały wdrożone z sukcesem przez firmy z obszaru e-commerce i dystrybutorów szerokiej gamy towarów, tzw. branży FMCG.

• JAK WDROŻENIE POWYŻSZYCH ROZWIĄZAŃ WPŁYWA NA OPTYMALIZACJĘ PROCESÓW?

W jakich firmach sprawdzi się automatyzacja? To najczęstsze pytanie zadawane przez inwestorów firmom zajmującym się planowaniem procesów automatyzacji. W ciągu ostatnich 20 lat w Polsce takie projekty znalazły zastosowanie zwłaszcza w firmach produkcyjnych i centrach dystrybucyjnych. Na sytuację rynkową firmy mogą wpływać nie tylko marketing i rozbudowa sieci sprzedaży, lecz także to, co dzieje się w łańcuchach dostaw pomiędzy zamówieniem a dostarczeniem towarów. Ten element działalności bardzo często postrzegany jest jako „źródło powstawania kosztów”, co powoduje naturalną chęć do ich redukcji lub wręcz nawet całkowitej eliminacji.

Rzadziej inwestorzy dostrzegają potencjał wynikający z możliwości tkwiących w optymalizacji procesów logistycznych w celu zwiększenia zysków swojego biznesu.

Grupą docelową dla realizacji projektów automatyzacji powinny być te firmy, które spełniają poniższe warunki oddzielnie lub w związkach przyczynowo-skutkowych:

- szybki przyrost sprzedaży,
- niewydolność procesów realizacji dostaw,
- brak możliwości wykonania dodatkowej usługi podczas dostaw związanych z wartością towaru, np. opakowanie, dodatki informacyjne i produktowe, zapewnienie bezpłatnego zwrotu, dostawa we wskazane miejsce o określonym czasie itp.,
- brak możliwości zatrudnienia kolejnych pracowników (deficyty wykwalifikowanej siły pracowniczej na lokalnym rynku),
- stale rosnący asortyment dostępnych produktów,
- realizacja dostaw „just-in-sequence”⁵,
- kontrola jakości towarów podczas dostaw (lekarstwa, żywność),
- wielokanałowość procesów sprzedażowych,
- duża rotacja grup lub pojedynczych towarów,
- konsolidacja sieci dystrybucji (centralizacja magazynów),
- zmienne strumienie przepływów pomiędzy ośrodkami lub wewnątrz magazynu.

Firmy dostrzegające w swojej sytuacji wyżej opisane zjawiska powinny przystąpić do rozważań nad wdrożeniem automatyzacji procesów przy jednoczesnym uwzględnieniu przepływu dokumentów, z odpowiednią dozą rezerw procesowych na wykonanie zadań w nadchodzących latach i w przypadku ewentualnych spiętrzeń. Ponadto należy pamiętać o czasie trwania realizacji – od idei poprzez MASTER PLAN aż po uruchomienie.

Powody wprowadzenia automatyzacji to przede wszystkim:

- konsolidacja struktur dystrybucji – jeżeli inwestor podejmuje

świadomą i dalekowzroczą decyzję o konsolidacji własnej sieci dystrybucji z układu regionalnego na centralizowany, to droga ta prawie na pewno wiedzie przez centralny magazyn o wysokim stopniu automatyzacji. Podejmuje wówczas próbę obniżenia kosztów logistyki w przeliczeniu na sztukę wydaną z magazynu w wyniku podniesienia efektywności procesów magazynowych. Redukcja wynikająca z takiego postępowania musi również kompensować możliwe podwyższenie kosztów transportu;

- redukcja marży wymuszona sytuacją rynkową – jeżeli rynek jest nasycony wieloma podmiotami działającymi w tej samej branży, to przyczynę automatyzacji może stanowić konieczność redukcji kosztów logistyki magazynowej; istotne w tej dziedzinie jest także obserwowanie działań innych graczy na rynku, co pozwoli być na bieżąco z aktualnie funkcjonującymi rozwiązaniami i nie odstawać od konkurencji;
- wymogi procesowe i jakościowe – w takim przypadku inwestor jest zmuszony do wprowadzania udoskonaleń bazujących na automatyzacji, jeżeli wymagają tego kooperanci (np. „just-in-sequence”), przepisy regulujące obrót danego towaru (np. farmaceutyki), jakość wyrobów przechowywana w określonych warunkach (np. żywność w mroźni) lub sposób przygotowania produktu końcowego bazującego na wielu komponentach składanych w różnych kombinacjach (np. w przemyśle maszynowym, AGD, samochodowym);
- brak wykwalifikowanych pracowników na rynku i wzrost wynagrodzeń – ten już prawie klasyczny przykład coraz częściej dostrzegają inwestorzy w Polsce; tu również istotną rolę odgrywa rezultat rachunku ROI dla inwestycji – skrócenie czasu zwrotu w stosunku do alternatywnej liczby pracowników wykonujących procesy ręcznie;
- wymagania rynkowe (zachowania konsumentów) – wprowadzanie kanałów dystrybucji związanych z internetem powoduje zmiany zachowań konsumentów i ma wpływ na strukturę zleceń w realizacji sprzedażowej i procesów logistycznych; powoduje to konieczność wprowadzania metod obróbki zlecenia wspartych na automatycznych procesach magazynowych, np. kontrola wydań, wydania z systemów „towar-do-człowieka” czy automatyczne pakowanie przed wysyłką.

Przypisy

¹ *Struktura ABC, czyli podział grup towarowych lub poszczególnych produktów według częstotliwości ich rotacji.*

² *MASTER PLAN, czyli przedstawienie koncepcji logistyczno-procesowej przyszłego magazynu, w oparciu o analizę przyszłych strumieni towarowych z wykorzystaniem wskaźników ekonomicznych.*

³ *Urządzenie bazujące na wózku samojezdnym sterowanym i zasilanym indywidualnie oraz autonomicznie od pozostałych będących w tym samym układzie mechanicznym.*

⁴ *Układnica dla małych jednostek transportowych, takich jak kartony i pojemniki do maksymalnej masy ok. 50 kg.*

⁵ *Dostawy realizowane nie tylko w określonym czasie, ale także w założonej kolejności (sekwencji).*