

MAGAZYN WYSOKIEGO SKŁADOWANIA

JAKĄ TECHNOLOGIĘ WYBRAĆ?

Inwestorzy w obliczu decyzji o budowie automatycznego magazynu paletowego często stoją przed dylematem, którego sens można streścić następująco: jaką technologię mam wybrać i czy nie spowoduje ona ograniczeń w dostępności do towaru i nie będzie miała zbyt niskiej przepustowości?

Aby odpowiedzieć na te kluczowe pytania, nie wystarczy pojechać na wizyty referencyjne z dostawcami lub też zapoznać się z filmami zamieszczonymi na portalach internetowych. W tym wypadku konieczne jest wykonanie sporego pensum zadań domowych w postaci analiz i nie tylko. Jakie to zadania i na co zwrócić uwagę podczas planowania inwestycji, spróbujemy odpowiedzieć w niniejszym artykule.

Jak wybrać właściwą technologię do budowy automatycznego magazynu paletowego?

Zagadnienia wyboru technologii nie jest i nie może być zagadnieniem rozpatrywanym jedynie z punktu widzenia wielkości inwestycji¹ czy też jej wartości zwrotu w czasie². W praktyce projektowej zalecamy naszym klientom szerokie spojrzenie na potencjalne wartości uzyskane w wyniku przeprowadzenia inwestycji w zautomatyzowany magazyn paletowy. Szczególnie ważne wydają się być takie aspekty, jak:

- Zapewnienie dostępności do produktu dla odbiorcy we właściwym czasie rozumianej jako horyzont czasowy, w trakcie którego gromadzimy właściwe produkty i udostępniamy naszym odbiorcom w określonym oknie czasowym.
- Skrócenie czasu dostawy w rozumieniu przygotowania właściwej sekwencji do transportu.
- Możliwość realizacji usługi składowania towaru klienta (w zamian za dodatkową opłatę) i realizację dostaw w jego imieniu (zadania operatora logistycznego).
- Wykonanie dodatkowej usługi na towarach klienta np. kompletacja i przekształcenie w nowy rodzaj produktu różniącego się od surowca wsadowego³.

AUTOR: Robert Lubandy

Absolwent Politechniki Śląskiej i Akademii Leona Koźmińskiego. Od prawie 24 lat związany zawodowo z logistyką. Jako dyrektor logistyki w zakładzie produkcyjnym branży metalowej odpowiadał za logistykę magazynową i nadzór nad produkcją. Potem był dyrektorem ds. sprzedaży rozwiązań automatyzacji magazynowej w Europie Wschodniej. W ciągu prawie sześciu lat zaprojektował ponad 200 magazynów i rozwiązań automatyzacji magazynowej w branżach FMCG, części zamiennych, lekarstw i produkcyjnej. Od 2008 r. działa samodzielnie z własną firmą na rynku usług konsultingowych w krajach Europy Wschodniej. Projektowanie i symulacje wspomagane komputerowo oraz projekty, w których bezpośrednio zarządzał dużymi zespołami pracowników, dają mu obszerną wiedzę praktyczną o logistyce. W 2012 i w 2021 r. laureat nagrody CONSTANTINUS AWARD przyznawanej przez Austriacką Izbę Gospodarczą za zajęcie pierwszego miejsca w kategorii Międzynarodowego Projektu Doradczego.



- Dostawa produktu w określonej sekwencji.
- Przyjęcia zwrotów od odbiorców końcowych z przeznaczeniem do odsprzedaży lub utylizacji.

Aby móc te zagadnienia właściwie ocenić pod kątem przyjęcia odpowiedniej technologii⁴, należy obok wnikliwej analizy danych wraz z ekstrapolacją strumieni przepływu w przyszłości określić także zadania biznesowe. Co sprawi, że nowa technologia magazynu przysporzy korzyści procesom sprzedaży i dystrybucji? To kluczowe zagadnienia, na które należy znaleźć odpowiedź, jeszcze zanim przystąpimy do rysowania pierwszych schematów.

1 CAPEX, ale także wszystkie koszty towarzyszące budowie.

2 ROI projektu jest bardzo ważnym parametrem przy podejmowaniu decyzji inwestora, niemniej w przypadku projektów magazynowych paletowych istnieje wiele innych czynników, które mogą umknąć w prostym rachunku zwrotu, gdyż ważniejsze wydaje się TCO produktu końcowego.

3 Przykładem może być formowanie „wysepek towarowych” do sklepów powstałych w wyniku kompletacji kilku innych produktów uprzednio wytworzonych i składowanych w magazynie.

4 Rozumianej nie tylko jako wykorzystany typ urządzeń, ale także sposób składowania w regałach w zależności od rotacji grupy towarowej czy też potrzeb kontroli serii i partii towaru.

Aby przybliżyć zbiór rozwiązań, w których znajdują się potencjalnie właściwe dla naszego biznesu rozwiązania, proponuję wprowadzić kilka podstawowych kryteriów, według których dokonamy wstępnej selekcji systemu.

Sposób składowania w przyszłym magazynie ze względu na stopień zagęszczenia i dostępności do towaru:

- Składowanie na głębokość jednej palety – czyli układ, w którym na regałach znajdują się palety, dla których „prawo dostępu”⁵ jest dla wszystkich jednostek jednakowe i daje możliwość pobrania dowolnej palety w dowolnej kolejności przy zachowaniu identycznej dostępności.
- Składowanie na głębokość n- palet⁶ - czyli układ regałowy, w którym muszą zostać wprowadzone reguły regulujące ograniczoną dostępność do każdej jednostki towarowej najlepiej bez zbędnych ruchów przemieszczenia wewnątrz systemu.

Skutkiem wyboru właściwego dla danej technologii sposobu składowania będą zarówno dostępność każdego z produktów, jak i gęstość składowania, co przełoży się wprost na wartości CAPEX.

Nie można zatem rozpatrywać zagadnienia przyszłego magazynu bez odpowiedzi na pytanie o długość zapasu towarowego⁷. Tak więc kolejnym parametrem wyboru technologii będzie wyznaczenie współczynnika zagęszczenia przy dostępnej powierzchni przyszłej zabudowy. Współczynnik ten będzie wprost oczywiście zależał od planowanej wysokości budynku zgodnie z zezwoleniem wynikającym z miejscowego planu zabudowy⁸.

Sposób wykorzystania magazynu i jego zadania w procesie biznesowym:

- Magazyn dystrybucyjny z przyłączeniem do produkcji z zadaniem buforowania w drodze do odbiorcy końcowego, np. opakowania lub produkty żywnościowe.
- Magazyn konsolidacyjny z funkcjami przyjęcia z różnych źródeł i stworzenia sekwencji wysyłkowej, np. żywność lub meble.
- Magazyn składowania długoterminowego towarów np. mroźnia, zaplecza archiwizacyjnego lub zapasu pomocy humanitarnej.
- Magazyn wieloproduktowy z zadaniem zaopatrzenia punktów serwisowych w części zamienne np. samochodowe.

Przy dokonaniu wyboru technologii składowania nie można ominąć innego niesłychanie ważnego zagadnienia rzutującego na wybór technologii, a mianowicie sposobu realizacji zadań dystrybucyjnych. W szczególności zwracamy uwagę naszym klientom na aspekt tzw. przepustowości logistycznej systemu⁹. Parametr ten powinien zostać uwzględniony poprzez odzwierciedlenie sposobu dystrybucji i profilu dziennego wydań według zasad pracy:

- praca ciągła jednostajna,
- praca w układzie spiętrzeń godzinowych

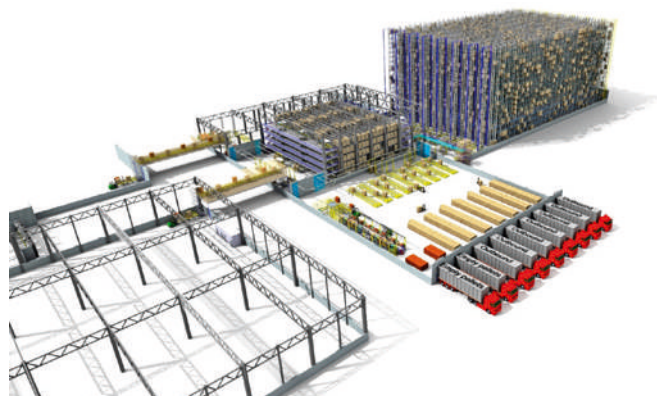
lub zasad według których formowane są wysyłki do odbiorcy końcowego:

- wydania pełnopaletowe jednorodne,
- wydania palet mieszanych.

Niewłaściwa ocena trybu pracy magazynu w przyszłości już na wstępie powoduje, że niektóre z dostępnych technologii nie mogą być wykorzystane bez wpływu na przebieg procesu dystrybucji.

Tak więc wybór technologii dla automatycznego magazynu paletowego nie może opierać się jedynie na jednym parametrze, np. wysokim stopniu zagęszczenia lub maksymalnej ilości składowanych palet.

W rozwiązaniu tego zagadnienia należy także uwzględnić kształt i funkcje tzw. strefy wejścia¹⁰, czyli całego układu transportu i innych urządzeń pomocniczych przed wejściem do magazynu wysokiego składowania. Oczywiście przez analogię podobnej ocenie wymaga strefa wyjścia¹¹, w ten sam sposób wymagająca dokładnej analizy zdań i procesów przed wydaniem produktu na środki transportu drogowego.



Rys. 1. Przykład projektu SILOS + SHUTTLE w zakładzie produkcyjnym (źródło: materiał własny LLS)

Przegląd technologii dostępnych na rynku – wady i zalety wybranych rozwiązań

Magazyny paletowe z układnicą

Klasycznym i najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest układ mechaniczny poruszających się pomiędzy rzędami regałowymi tzw. układnic. Są to urządzenia o konstrukcji masztywnej mające indywidualne napędy umożliwiające wykonanie ruchu we wszystkich trzech osiach (wzdłuż toru jezdny, na wysokości regału

5 Reguła, według której dostępność do towaru na nośniku w regale dla wszystkich ma wartość 1, tzn. wszystkie partie towaru mają jednakowy priorytet dostępności i ich pobranie jest możliwe dzięki jednemu ruchowi urządzenia.

6 W praktyce mówimy o składowaniu typu „double-deep” (dwie palety na głębokość regału), „multi-deep” (składowanie więcej niż dwie palety na głębokości regału).

7 Zalecam parametryzację tego współczynnika podaną w dniach przechowywanego zapasu w stosunku do średniodziennego wydania zamiast stosowania jedynie liczby palet jako wskaźnika wyboru technologii.

8 Często występujące zagadnienie wraz z opinią dot. zabezpieczenia poż. – wprost: dostępnych sprzętów gaśniczych w okolicy powstania magazynu.

9 W odróżnieniu od przepustowości mechanicznej będziemy rozpatrywali ten parametr w powiązaniu do rzeczywistej ilości wydań towarowych w jednostce czasu przy uwzględnieniu np. dostępności systemu, profilu ABC, pulsacji systemowej itd.

10 Strefa magazynowa realizująca szereg zadań sprawdzających i transportujących palety z towarem przed magazynem wysokiego składowania.

11 Np. w postaci ramp sortujących na trasy lub stacje dekompletacji palet dla innych procesów wewnątrzmagazynowych.

i w głąb regału). Jednostki paletowe w układach tego typu składowane są w regałach, które montowane są w przygotowanych do tego celu halach lub regałach będących samonośnym układem statycznym dla budynku hali, tzw. silosach.

Ze względu na sposób prowadzenia układnic wyróżniamy systemy:

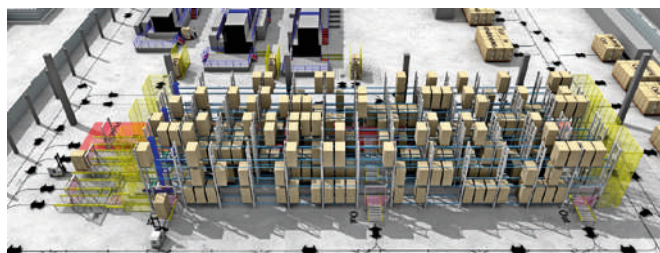
- jednoszynowe (mono-rail z prowadzeniem pętlowym we wszystkich szeregach regałowych jednej układnicy),
- wieloszynowe, gdzie każda układnica obsługuje własny szereg regałowy bez możliwości zmiany korytarza.

Ze względu na liczbę pobranych palet z regału wyróżniamy:

- układy jedno-paletowe,
- układy wielopaletowe.

W praktyce projektowej bardzo ważnym aspektem wyboru jest właściwa relacja wysokości magazynu do długości korytarza, w którym porusza się układnica. Ma to bezpośredni związek z prędkością poruszania się elementów ruchomych układnicy w każdym z kierunków oraz wpływem tego przemieszczenia na wydajność systemu. O ile zadania realizowane w istniejących halach nie mogą spodziewać się optymalizacji w pełnym zakresie, gdyż jesteśmy ograniczeni istniejącymi wymiarami hali, to przy planowaniu „silosa” mamy jako plانیści obszar dla optymalizacji.

Wspomniana wcześniej wartość zagęszczenia magazynu i dostępność towaru spowoduje w dalszej kolejności wybór sposobu składowania - ile palet na głębokość regału zostanie złożonych w jednym kanale?



Rys. 2. Model układnicy w istniejącej hali zakładu produkcyjnego (źródło: materiały własne LLS)

Do zalet magazynów z układnicami na pewno można zaliczyć ich trwałość liczoną niejednokrotnie w dziesiątkach lat, jak również wytrzymałość i niezawodność mechaniczną rozwiązania ze względu na „dojrzałość” technologii¹². Także fakt stosowania układnic przy magazynach ściągających do 45 m wysokości stanowi ich niezaprzeczalną zaletę względem innych rozwiązań.

Analizując krytycznie zastosowanie układnic w projektach, należy zwrócić uwagę na ich zapotrzebowanie jednostkowe na energię, tj. energię, jaką należy włożyć, aby dokonać jednego wydania pojedynczej palety. Każdorazowo napędy muszą pokonać siły wynikające z masy nie tylko samego towaru, ale także całości konstrukcji jednej układnicy, czyli nierzadko kilku ton.

Układy paletowe z wózkami typu SHUTTLE

W przeciwieństwie do układnicy ruch układu w każdej z osi odbywa się za pomocą innego systemu, co powoduje rozdzielczość zadań w takim układzie, zmniejszenie poruszającej się masy oraz większą skalowalność systemu. W systemach paletowych typu SHUTTLE ruch na wysokości odbywa się za pomocą wind paletowych dostarczających towar na odpowiedni poziom. W korytarzu głównym przemieszczenie przejmuje następnie wózek transferowy, który obsługuje dany kanał składowania. Z kolei w głąb regału paleta przemieszczana jest za pomocą kolejnego wózka satelitarne (SHUTTLE) jadącego na platformie wcześniej wymienionego wózka transferowego. Ponieważ zasilanie satelity pochodzi z jego własnej baterii lub kondensatora zasilanych podczas jazdy na wózku transferowym, charakteryzuje on się niezależnością w działaniu i dynamiką, jakiej nie mają inne układy.

Jednocześnie pozytywnie należy ocenić niższe zużycie energii w porównaniu z układnicami (mniejsza masa przypadająca na ruch jednej palety oraz możliwość dokonywania operacji na każdym poziomie danego korytarza składowania osobno, gdyż wózki transferowe działają od siebie niezależnie).

Mniej korzystny jednak w porównaniu z układnicami jest fakt wynikający z technicznej możliwości realizacji ruchu w kierunku pionowym przez windy i ich ograniczenia dotyczące przepustowości mechanicznej. W praktyce windy projektujemy do wysokości ok. 20–30 m, co zasadniczo zmniejsza wysokość zabudowy całego magazynu. Poza tym przy budowie tego typu rozwiązania należy uwzględnić konieczność montażu szyn prowadzących dla wózka prowadzącego satelitę.

Układy paletowe z wózkami typu AGV (roboty)

W takim układzie regałowym ruchy w wszystkich kierunkach można realizować za pomocą zrobotyzowanego wózka, który w pionie może przemieszczać się samodzielnie za pomocą windy, natomiast w pozostałych kierunkach ruch odbywa się przy pomocy podwójnego układu kół, który daje możliwość zmiany kierunku ruchu na skrzyżowaniach poprzez aktywację naprzemiennie właściwych par osi.

W porównaniu z układem paletowym typu SHUTTLE taki system wykazuje znacząco lepszą skalowalność, co umożliwia nie tylko zakup robotów w kolejnych fazach rozwoju, ale także skierowanie odpowiedniej liczby robotów do właściwej strefy magazynu w przypadku spiętrzenia zapotrzebowania na towar z danej strefy. Także zużycie energii na przemieszczenia jednej palety jest niższe niż w pozostałych wymienionych wcześniej systemach.

Negatywnie odbija się na ocenie tego systemu podobnie jak w układzie SHUTTLE fakt ograniczeń technicznych związanych z windami.

Przy określonej konfiguracji regałowej może także mniejszy stopień zagęszczenia na dostępnej powierzchni spowodować

12 Układnice stosowane są w praktyce magazynowej od ponad 60 lat.

brak konkurencyjności takiego rozwiązania. Dlatego też układy z wózkami typu AGV stosuje się raczej w magazynach o ograniczonej ilości SKU składowanych w jednolitych produktowo kanałach o głębokości do ok. 20 palet maksymalnie. Pamiętać należy także o ograniczeniach związanych z dostępnością do pojedynczej palety z towarem. Tutaj sprawdzą się najlepiej długie serie jednolitego produktu (zakłady produkcyjne) lub sekwencje wydań i przyjęć spowodowane np. koniecznością dostaw według ściśle określonego programu dostaw, np. redystrybucja zaopatrzenia handlu spożywczego.

Układy mieszane

W praktyce spotyka się także systemy hybrydowe, które łączą rozwiązania i zalety układnic w połączeniu z wózkami typu SHUTTLE. W takich magazynach praktycznie bez ograniczenia wynikającego z budowy windy można realizować projekt o wysokości do 45 m. Wysoki stopień zagęszczenia uzyskuje się wówczas dzięki stosowaniu składowania palet w głębokich kanałach (w praktyce do kilkunastu palet).

Tego typu rozwiązania narzucają jednak dosyć jednolite i ograniczone spektrum produktowe, co w praktyce sprowadza się do wykorzystania w przemyśle żywnościowym, produktów chemicznych i budowlanych oraz niektórych branżach wyposażenia technicznego i sprzętu domowego.

Co musi wiedzieć i zrobić inwestor przed przystąpieniem do projektu?

Pośród wielu zadań i obowiązków związanych z prawem do zabudowy działki należy wymienić te najważniejsze, których określenie jest konieczne jeszcze przed przystąpieniem do projektowania. Należą do nich:

- Określenie maksymalnej wysokości zabudowy.
- Dokonanie inwentaryzacji istniejącej zabudowy w celu dokładnego określenia strefy montażu i zabudowy nowego magazynu i/lub jego ewentualnego współdziałania z sąsiadującymi obiektami.
- Badanie gruntu za względu na potencjalne obciążenia przenoszone przez płytę fundamentową (sprawdzenie możliwości prowadzenia palowania na odpowiednią głębokość).
- Określenie norm i typu zabezpieczenia przeciwpożarowego dla planowanego obiektu w tym także budowy dróg pożarowych i zasobników dla medium gaszącego w zależności od typu zabezpieczenia.
- Określenie strefy obciążenia śniegowego.
- Zabezpieczenie mocy podłączeniowej dla wszystkich urządzeń w tym układu przenośników, wind i sterowania, oraz układów wspomagających.
- Umożliwienia dojazdu do miejsca montażu pojazdom i urządzeniom dźwigowym

- Zapewnienie strefy montażu dla elementów gabarytowych o odpowiednim podłożu i trwałości.
- Przygotowanie własnych systemów IT dla integracji z układami sterowania i wprowadzenie nowej funkcjonalności WMS dla przyszłego magazynu.
- Przygotowanie schematów i scenariuszy awaryjnych w okresie trwania montażu i uruchomienia dla zapewnienia ciągłości produkcji¹³.

Szereg wymienionych zadań należy powierzyć doświadczonym kierownikom projektów sprawujących te zadania niezależnie od dostawcy i własnej organizacji. Jest absolutnie rzeczą niezbędną wykazania się na tej pozycji decyzyjnością i wsparciem merytorycznym, gdyż realizacja takiego projektu nie powinna być obszarem, na którym dopiero zdobywa się doświadczenia. Kluczowa jest koordynacja z bardzo wieloma organizacjami i zasobami, które w różnych fazach projektu będą miały wpływ na jego realizację. Począwszy od władz lokalnych, miejscowej straży pożarnej, poprzez ubezpieczycieli, specjalistów od zabezpieczeń ppoż., aż do firm budowlanych i dostawcy sprzętu i oprogramowania. Choć wszystkie wymienione uprzednio argumenty powinny być znane w organizacji podejmującej się realizacji takiego zadania, to w praktyce spotykamy wiele przykładów, w których zwycięża chęć oszczędzania i w konsekwencji zwielokrotnienie kosztów spowodowane popełnionymi błędami.

Wielokrotnie popełnianym błędem przy przystąpieniu do realizacji projektu magazynu automatycznego dla palet jest brak rozważania w procedurach odbiorowych. Wielokrotnie obserwowaliśmy zawieranie kontraktów na dostawy przy braku jasno sprecyzowanych warunkach odbioru i uruchomienia. I nie mam tu na myśli jedynie przestrzegania określonych dla tego typu projektów norm. Odbiór to więcej niż jedynie sprawdzenie, czy dany system będzie miał przepustowość na poziomie określonym przez sztywną normę bez uwzględnienia np. profilu działania w trybie dziennym.

Dobra współpraca pomiędzy wszystkimi aktorami uczestniczącymi w takim projekcie jest kluczowa dla jego sukcesu. I nie jest to jedynie myślenie życzeniowe, a poparte wieloma przykładami pochodzącymi z realizacji podobnych projektów. Pierwsze różnice mogą dotyczyć organizacji wewnątrz zakładu inwestora, gdzie np. dział produkcji ma inne priorytety niż dział logistyki. Brak koordynacji pomiędzy nimi prowadzi do utrudnień podczas projektowania i później podczas realizacji projektu.

Wsparcie ze strony architektów, specjalistów od techniki zabezpieczenia ppoż. i systemów oddymiania, budowlańców i elektryków, działów IT i w końcu dostawców poszczególnych elementów jest niezbędne i wymagać będzie od wszystkich uczestników projektu daleko idącej kultury współpracy i profesjonalizmu.

Projekty automatycznych magazynów paletowych to jedne z najbardziej wymagających projektów w świecie intralogistyki. ■

¹³ Należy liczyć się z okresem nie krótszym niż dwa lata od momentu przystąpienia do realizacji projektu do uzyskania pełnej wydajności po uruchomieniu – jeżeli magazyn ma wspierać wydziały produkcyjne, konieczne są zabezpieczenia zasobów awaryjnych.