

Marek Marciniak
Logifact-Systems Sp. z o. o.¹



Modelowe rozwiązanie składowania towaru w systemie wąskich korytarzy i kompletacji dynamicznej w oddzielnej strefie

Przed przystąpieniem do projektowania każdego systemu magazynowego należy zidentyfikować cel jaki stoi przed nowo projektowanym systemem oraz ograniczenia wynikające ze składowanym w nim materiałów, struktury dostaw i wysyłek, wielkości przepływu materiału na wejściu i wyjściu oraz kosztów obsługi procesu. W artykule skupimy się na omówieniu modelu, który został wybrany dla założeń projektowych wynikających z analizy przepływu ładunku w magazynie i oczekiwań klienta. Do najważniejszych założeń należą:

- na ograniczonej powierzchni magazynowej zapewnić możliwie największą ilość lokacji paletowych w strefie składowania
- artykuły składowane są na jednostkach paletowych jednorodnych typu euro
- towar na paletach uformowany jest w sposób zwarty i nie występują znaczące przewisy materiału poza obrys palety
- nie występują palety przemysłowe
- w magazynie składowana jest stosunkowo duża ilość artykułów
- każdy artykuł posiada zapas paletowy
- wejście towarów do strefy składowania jest pełnopaletowe
- 25% palet wysyłanych do klienta to palety jednorodne
- 75% palet wysyłanych do klienta to palety skompletowane
- występuje duża ilość pozycji na zleceniu klienta
- poszczególne pozycje na zleceniu klienta posiadają znaczną objętość
- występuje duża zmienność artykułów wydawanych do klientów, to znaczy każdego dnia inne artykuły są ruszane, aktywne.

Wybierając sposób składowania rozpatrzono możliwości składowania towaru w różnych typach konstrukcji magazynowych. Analizie poddane zostało składowanie w regałach rzędowych paletowych, składowanie w regałach wjezdnych i składowanie w regałach przepływowych. Rozpatrywany był również przypadek zastosowania 2 stref składowania: jednej opartej o konstrukcję regałów rzędowych, a drugiej w oparciu o konstrukcję regałów wjezdnych. Za względu na koszty oraz konieczność zapewnienia dostępu do każdej jednostki paletowej, w strefie rezerw wybrano regały rzędowe paletowe. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na pominięcie regałów wjezdnych i przepływowych był fakt, że zapas przypadający na jeden indeks nie był wystarczająco duży, aby racjonalnie wykorzystać zalety tych konstrukcji.

Do obsługi strefy składowania brano pod uwagę wózki typu reach truck i wózki wielofunkcyjne z podnoszoną kabiną.

Wybrano wózki wielofunkcyjne z podnoszoną kabiną, które potrzebują korytarza roboczego o szerokości prawie 2 razy mniejszej, niż wózki typu reach truck. Dzięki temu możliwe jest zastosowanie technologii wąskich korytarzy i uzyskanie większej liczby lokacji składowania, a przez to lepsze wykorzystanie kubatury magazynu, niż w przypadku zastosowania wózków typu reach truck.

Zastosowanie wąskich korytarzy w strefie składowania stawia przed systemem zarządzania wózkami wysokie wymagania dotyczące algorytmu przydziału pracy dla wózków wielofunkcyjnych w ramach przyjętej strategii przyjęcia i wydania towaru. Szerokość robocza wąskich korytarzy uniemożliwia wyminięcie się wózków w korytarzu. Operator wózka wielofunkcyjnego ważącego kilka ton, prowadzonego po szynach lub indukcyjnie, poruszając się do tyłu ma ograniczone pole widzenia. Dlatego też system sterowania transportem wewnętrznym musi zapewnić przydział pracy dla wózka wielofunkcyjnego w taki sposób, aby nie nastąpiły konflikty wózków polegające na otrzymaniu wykonania zadania przez dwa wózki w tym samym korytarzu.

Zastosowanie technologii wąskich korytarzy wiąże się też z obsługą złożonych zadań transportowych realizowanych przez dwa typy wózków w dwóch krokach. Podczas wprowadzenia towaru do strefy składowania pierwszym krokiem jest podjęcie palety z miejsca jej obecnego składowania (bufor wejścia/strefa przepakowania, wydzielona strefa kompletacji) przez wózek typu reach truck i odstawienie jej w punkcie zdawczo-odbiorczym. Drugim krokiem jest podjęcie palety z punktu zdawczo-odbiorczego przez wózek wielofunkcyjny i odstawienie jej w strefie składowania. Podczas wyprowadzenia palety ze strefy składowania pierwszym krokiem jest pobranie palety przez wózek wielofunkcyjny i odstawienie jej w punkcie zdawczo-odbiorczym. Drugim krokiem jest podjęcie palety przez wózek typu reach truck i odstawienie jej w lokacji docelowej (bufor wyjścia/strefa przepakowania, wydzielona strefa kompletacji).

Przy transportach złożonych system zarządzania transportem musi analizować bieżącą sytuację w magazynie i przydzielać on-line pracę wózkowym, zapewniając synchronizację pracy poszczególnych typów wózków, wybór odpowiedniego punktu zdawczo-odbiorczego, wybór lokacji składowania z uwzględnieniem preferowanych stref składowania dla poszczególnych produktów. Przydzielenie pracy on-line jest jednym z kluczowych czynników sukcesu zapewniającym odpowiednią wydajność i wykorzystanie środków transportu wewnętrznego w magazynie. Pracownik nie może zastanawiać

¹ Autor jest Konsultantem ds. logistyki w Logifact-Systems Sp. z o.o. (przyp. red.).

się, co ma teraz robić. To system powinien przydzielać jemu pracę w możliwie najkrótszym czasie z uwzględnieniem priorytetów dla strategii wejścia i wyjścia.

Po wyborze technologii składowania przystąpiono do zaprojektowania procesu kompletacji towaru w magazynie. Możliwe były dwa warianty:

- kompletacja z poziomu posadzki w oddzielnej strefie
- kompletacja w strefie składowania przy wykorzystaniu wózków wielofunkcyjnych.

Pierwsze rozwiązanie zakładało, że wózki wielofunkcyjne będą tylko wyprowadzać palety ze strefy składowania a wózki typu reach truck będą dowozić palety do strefy kompletacji, gdzie będzie odbywać się kompletacja. W takim rozwiązaniu transport wykonywany przez wózek wielofunkcyjny jest transportem prostym (z punktu A do punktu B).

Drugi wariant zakładał, że wózek wielofunkcyjny będzie wykorzystywany do kompletacji. Takie rozwiązanie znacznie zwiększało pracochłonność wózków wielofunkcyjnych, gdyż operator wózka musiałby dokonać założenia palety, na którą będzie kompletował towary oraz pobierać produkty z lokacji w strefie rezerw i odłożyć je na jednostce. Zwiększenie pracochłonności przy pracy wózków wielofunkcyjnych pociągało za sobą konieczność zakupu większej ilości wózków wielofunkcyjnych, niż w wariantcie z kompletacją w oddzielnej strefie, a co za tym idzie – poniesienie znacznych kosztów związanych z zakupem wózków wielofunkcyjnych i ich eksploatacją. Dodatkowym czynnikiem przemawiającym na niekorzyść takiego rozwiązania była losowość zleceń z dużą ilością pozycji, które mogły wymagać pobrania towarów w różnych korytarzach. Spowodowałyby to częstą zmianę korytarza przez wózek wielofunkcyjny realizujący zlecenie kompletacji, odbijając się na zmniejszeniu jego wydajności.

Problem zmiany korytarza można rozwiązać przez podzielenie zlecenia na korytarze, jednak powstające z takiej kompletacji niepełne palety wymagają dodatkowej operacji w strefie konsolidacji na poziomie posadzki. Dlatego też w zdecydowanej większości magazynów nie stosuje się takiego rozwiązania, wybierając oddzielną strefę kompletacji.

Strefę kompletacji paletowej można podzielić na 2 typy: kompletację statyczną i kompletację dynamiczną.

Strefa kompletacji statycznej polega na przydzieleniu stałego miejsca kompletacyjnego do artykułu. Uzupelnienie takiej lokacji odbywa się w oparciu o progi minimalne i maksymalne ilości towarów w lokacji. W naszym modelu nie było możliwe zastosowanie strefy kompletacji ze statycznym przydziałem miejsca, tak zwanego stałego obłożenia miejsc kompletacyjnych jednym towarem, gdyż duża ilość artykułów składowanych w magazynie oraz zmienność aktywnych artykułów wymuszałyby przeznaczenie dużej powierzchni na tego typu strefę. Byłoby to w sprzeczności z założeniem maksymalnego wykorzystania kubatury magazynu.

Strefa kompletacji dynamicznej nie opiera się na sztywnym przydziale towaru do lokacji kompletacyjnej. Jednostki paletowe dowożone są ze strefy rezerw paletowych do aktualnie wolnych lokacji w strefie kompletacji dynamicznej. Algorytm uzupełniania strefy dynamicznej zaimplementowany do systemu WMS opiera się na analizie zleceń klienta przesłanych do realizacji z systemu nadrzędnego do systemu WMS. Na pod-

stawie zleceń klienta generowane są przez system WMS zadania uzupełnienia strefy dynamicznej jednostkami paletowymi znajdującymi się w strefie rezerw. Dzięki takiemu rozwiązaniu do strefy dowożone są tylko palety z produktami potrzebnymi do kompletacji.

Wybierając kolejność zadań uzupełniających system WMS bierze pod uwagę parametry zlecenia, takie jak czas realizacji zlecenia, priorytety zlecenia. Jednostki paletowe z artykułami do uzupełnienia wybierane są według zasady FiFo. Uzupelnienie strefy dynamicznej ze strefy rezerw jest generowane tylko wtedy, gdy nie ma dostatecznej ilości towaru w strefie kompletacji. Jednocześnie cały czas system monitoruje strefę kompletacji dynamicznej i generuje odwozy ze strefy dynamicznej towarów, które nie są potrzebne do kompletacji, a zostawia w tej strefie te palety, które zawierają potrzebne do kompletacji artykuły. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe jest zastosowanie mniejszej ilości miejsc w strefie kompletacji, niż ilość aktywnych artykułów na dzień oraz uniknięcie niepotrzebnych transportów ze strefy, które często występują przy implementacji tak zwanej kompletacji falowej, gdzie w niektórych rozwiązaniach po skończeniu realizacji fali strefa kompletacji jest w całości opróżniana i czeka na przyjęcie nowej fali.

Wydajność całego magazynu, jako systemu, możliwa jest tylko dzięki równoległej realizacji procesów magazynowych – zarówno od strony dostaw, wysyłek towaru jak i procesów wewnątrz magazynowych. Dużą zaletą jest automatyzacja przydziału pracy i sterowanie za pomocą zaawansowanych algorytmów, opierających się na priorytetach wykonywanych zadań, strategii wydań towaru z magazynu i przyjęć towarów do magazynu, terminów realizacji zleceń itp. Dzięki odpowiedniemu sparometryzowaniu algorytmów do potrzeb klienta i automatyzacji przydziału pracy możliwa jest poprawa wydajności całego magazynu jako systemu wynikająca z racjonalnego wykorzystania pracowników i środków transportu wewnętrznego. W dynamicznych magazynach trudno wyobrazić sobie zarządzanie bez wsparcia, jakie daje system WMS. W naszym modelu jest to warunek konieczny, zapewniający odpowiednie planowanie pracy, racjonalny przydział zadań do środków transportu wewnętrznego.

Praca dyspozytora powinna sprowadzać się do nadzorowania pracy i reagowania na nieprawidłowości. Żeby ten postulat był możliwy do spełnienia dyspozytor musi być wyposażony w odpowiedni zestaw narzędzi takich jak raporty z bieżącej sytuacji w magazynie, na przykład ile zadań mają do wykonania wózki, jakie zadanie wykonuje pracownik oraz ostrzeżenia dyspozytorskie, takie jak na przykład zbyt długa realizacja zadania przez pracownika. Dyspozytor powinien mieć możliwość manualnego przestawienia kolejności wykonywania zadań, jednak nie powinna być to norma, ale sytuacja wyjątkowa wynikająca z nagłych potrzeb, a nie z bieżącej pracy. Manualne planowanie pracy zajmuje czas który odbija się na szybkości wykonywanych zadań przez system, a co za tym idzie, na wydajności.

Modelowe rozwiązanie, które wybraliśmy jako przykład, zapewnia dobre wykorzystanie kubatury magazynu i efektywne wykorzystanie środków transportu wewnętrznego sterowanych przez system WMS, zapewniające odpowiednią wydajność oraz redukcję kosztów inwestycyjnych.