FORUM

424154
ISSN 1507-465X
9 771507 465104 02 >

NR 2 (134) | KWIECIEŃ-MAJ 2021 | INDEKS 325929
CENA NETTO: 73,99 ZŁ (BRUTTO: 79,90 ZŁ W TYM 8% VAT)

CZASOPISMO MENEDŻERÓW OBIEKTÓW MAGAZYNOWYCH

# nowoczesny magazyn_

REKLAMA:

SEW EURODRIVE

TEMAT NUMERU:

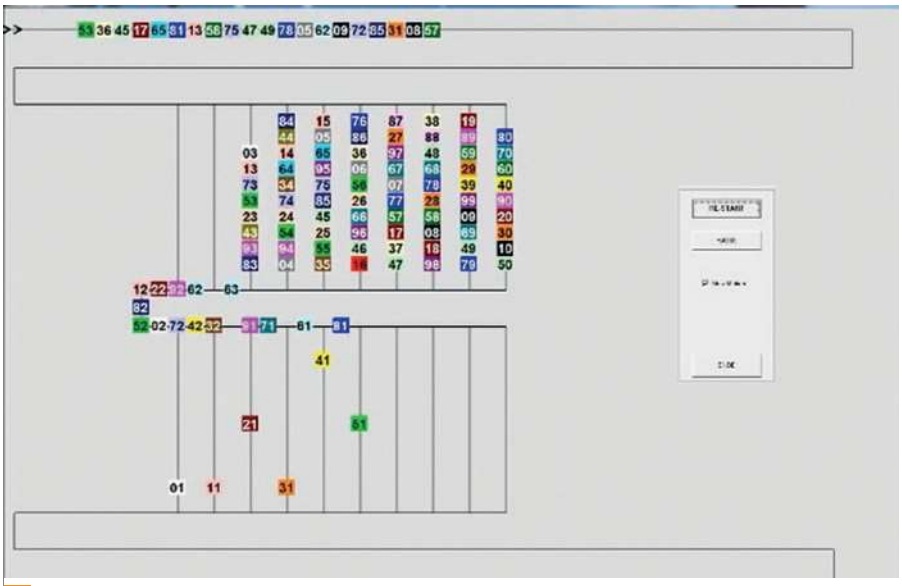
**Zarządzanie odpadami opakowaniowymi w magazynie** str. 22

# Sekwencja – wyższa szkoła jazdy sortowania w magazynie

O wielu sposobach sortowania pisaliśmy już w kilku ostatnich wydaniach „Nowoczesnego Magazynu", prezentując różne stopnie zaawansowania technologii, jej adaptacje ze względu na typ opakowania lub wielkość przesyłki. Omawialiśmy zależności pomiędzy sposobami prowadzenia kompletacji a efektem końcowym w postaci sekwencji wysyłek lub zleceń częściowych, np. przed pakowaniem. Dzisiejsze rozważania chciałbym poświęcić praktycznym sposobom realizacji tworzenia sekwencji zleceń w drodze do klienta końcowego lub do procesów pośrednich, gdzie istotna jest kolejność.

**TEKST:** Robert Lubandy
CEO/Executive Partner Lubandy.Logistic.Services

Zwykle celem takiego przygotowania sekwencji (pojemników, paczek, towarów) jest ułatwienie realizacji zadania w następującym po sortowaniu procesie. Motywacją może być łatwiejszy wyładunek towaru u odbiorcy, właściwa kolejność pakowania w kartonie lub grupowanie kilku produktów pobranych w odrębnych strefach magazynu w jednym określonym oknie czasowym na stole do pakowania (rys. 1).
Opisane matematycznie zagadnienia bazują na rachunku matrycowym, a w technice przenośników z układami różnicowymi. Ale dzisiaj spróbujemy je opisać na przykładzie kilku zrealizowanych projektów, pokazując każdorazowo cel i metodę prowadzącą do określonego efektu. Często wykorzystując współpracę systemów transportu, np. przenośników i kilka prostych algorytmów zarządzających nimi.

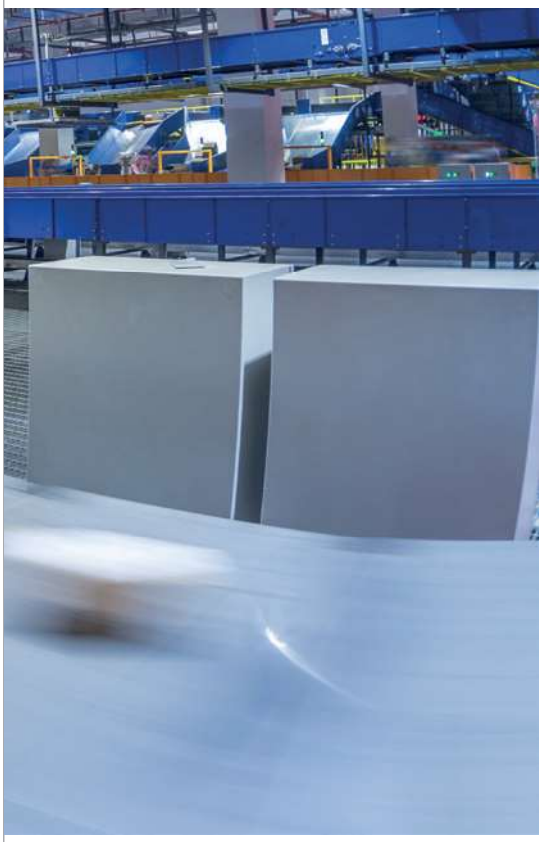


Rys. 1. Trójstopniowy (różnicowy) system sortowania produktów pochodzących z kompletacji w magazynie chaotycznym (źródło: SSI SCHÄFER)

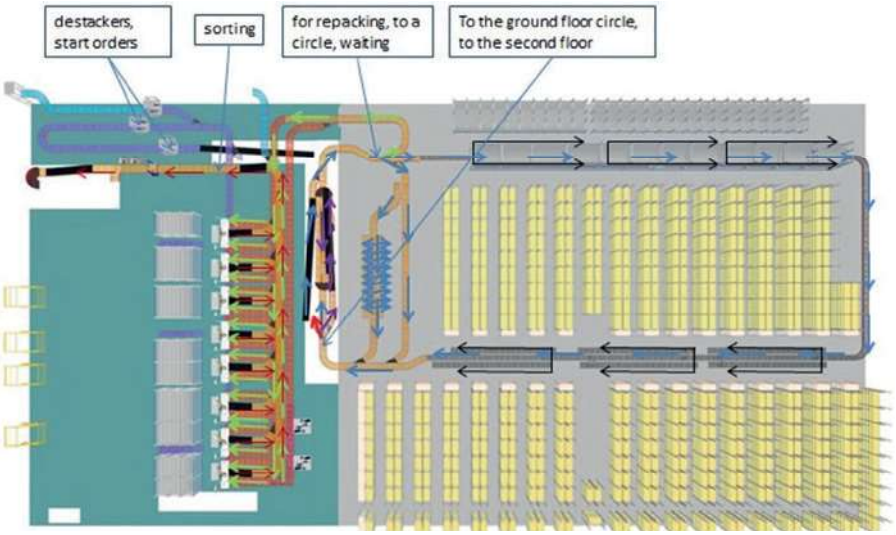
## Przypadek pierwszy

W magazynie mającym ponad 60 000 SKU rozłożonym na wielopoziomowej antresoli oplecionej układem przenośników (rys. 2) realizowane są zadanie kompletacji towaru dla odbiorców hurtowych składające się średnio z 5-15 pozycji. Ponieważ nie mieszczą się one do jednego pojemnika, proces wymaga uruchomienia najczęściej 3-5 z nich, aby zrealizować całość zlecenia.
**Cel działania:** doprowadzić do stacji pakowania wszystkie pojemniki w tym samym czasie (bez przeplatania z innymi pojemnikami)

Rys. 2. Układ przenośników pomiędzy piętrami antresoli (materiały własne LLS)



w celu spakowania wysyłki do możliwie najmniejszej liczby kartonów wysyłkowych i wykorzystania efektu konsolidacji.
W tym interesującym nas przypadku system WMS dokonuje przydzielenia właściwej liczby pojemników ze względu na objętość towaru (case calculation) i przekazuje te informacje do urządzenia wydającego puste pojemniki. Od tego momentu jednak wprowadzamy do zdarzenia „element chaosu", gdyż celem jest także realizacja zlecenia w możliwie najkrótszym czasie. Dlatego też od pierwszego rozjazdu kierującego pojemniki do różnych stref, każdy z nich jedzie możliwie najkrótszą ścieżką do swojej pierwszej stacji kompletacyjnej. Później jest już tylko gorzej… Pracownicy kompletują z różnymi prędkościami, wydają pojemniki na powrót do systemu według tylko sobie znanych parametrów, zatory na przenośnikach powodują, że pojemniki robią „rundy honorowe" na pętlach itd.
W opracowanej koncepcji rozwiązania tego zadania postawiono na wielostopniowy układ mający następujące zadania i funkcje w zależności od miejsca, w którym znajdowały się pojemniki:
**POZIOM PIERWSZY (wszystko w ruchu)** – wszystkie pojemniki znajdują się w procesie kompletacji na antresoli – do końca czasu cut-off pozostaje więcej niż 2 godziny – niektóre pojemniki są kompletne → pojemniki kompletne jadą na pętle przenośników o najmniejszym natężeniu ruchu w oczekiwaniu na pozostałe, które uczestniczą jeszcze w kompletacji.
**POZIOM DRUGI (sekwencjoner)** – wszystkie pojemniki są kompletne lub brakuje jednego (maks. dwóch) → pojemniki kompletne jadą na pozycje parkowe sekwencjonera na piętrze, na którym znajdują się stacje pakowania.




Rys. 3. Trzy poziomy sekwencjonowania pojemników zleceń na przenośnikach (materiały własne LLS)

Rys. 4. System shuttle (materiały własne LLS)

**POZIOM TRZECI (konsolidacja końcowa)** – wszystkie pojemniki są kompletne – do końca czasu „cut-off" pozostaje mniej niż 2 godziny → wszystkie pojemniki wjeżdżają na pętle przenośników przed stacjami pakowania i w określonej kolejności wjeżdżają do jednej stacji pakowania (rys. 3).

W układzie dynamicznym, jakim jest wielopoziomowy system przenośników, decydującą rolę należy przypisać oprogramowaniu MFC (Material Flow Control), którego zadanie stanowi określenie położenia każdego z pojemników w czasie rzeczywistym. Powstająca mapa lokalizacji pozwala na prowadzenie dalszych obliczeń i ostatecznie decyzji, na który poziom systemu należy wprowadzić pojemniki.

Przewidywanie zachowania systemu na etapie planowania jest praktycznie niemożliwe. Prowadzone symulacje przepływu były obciążone wieloma niewiadomymi, np. zachowaniem kolejności przez pracowników. Tutaj sprawdza się metoda wprowadzania wielu parametrów na każdym poziomie decyzyjnym i ich korekta na etapie uruchomienia.

## Przypadek drugi

Magazyn klienta liczy średnio 1,5 mln SKU i dodatkowo kolejnych 2,5 mln SKU w dostawach na żądanie od dostawców zewnętrznych. Kanały sprzedaży to m.in. click & collect w punktach sprzedaży oraz klasyczna sprzedaż internetowa z dostawą do domu. Klienci mogli wybierać spośród wielu grup asortymentowych pogrupowanych w trzy grupy główne. Te grupy miały własne lokalizacje w kilku różnych miejscach magazynu.

**Cel działania:** doprowadzić do stacji pakowania wszystkie produkty ze wszystkich stref składowania i od dostawców zewnętrznych w tym samym wyznaczonym oknie czasowym, ok. 30-60 minut do jednej stacji pakowania.

Przyglądając się temu zagadnieniu, należy poznać nieco bliżej budowę i funkcję systemu automatyzacji w magazynie klienta. W skład systemu wchodzą m.in. układy sortowania i układ shuttle dla pojemników z towarem. Dla przypomnienia: system shuttle to system automatycznego składowania i podania pojemników systemowych do miejsca kompletacji oparty na układzie wielopoziomowych regałów połączonych wspólną windą. Prowadzenie pojemnika do gniazda składowania z windy i odwrotnie przejmuje wózek samojezdny zasilany kondensatorami lub napięciem podawanym szyną montowaną przy jezdni wózka (rys. 4).

W zaplanowanym układzie shuttle przyporządkowano dodatkową funkcję polegającą na buforowaniu pojemników z towarami, które skompletowano w innych strefach. Podział na pojemniki odbywa się za pomocą klucza opisującego okno czasowe i stację do pakowania. Klucz dzielenia zaszyty jest w algorytmie, według którego sorter poprzedzający bufor dzieli produkty zebrane w systemie chaotycznym we wszystkich strefach składowania.

W ten sposób realizowane są pierwsze dwa stopnie „kaskady" sortowania matrycowego opisane powyżej: podział na okna czasowe i stacje do pakowania (rys. 5-6).

W ostatnim stopniu sortowania – stacja pakowania – ma miejsce podział pojedynczych sztuk towaru na zlecenia jednostkowe wraz z konsolidacją w przypadku, gdy w zleceniu jest więcej niż jedna sztuka.

## Przypadek trzeci

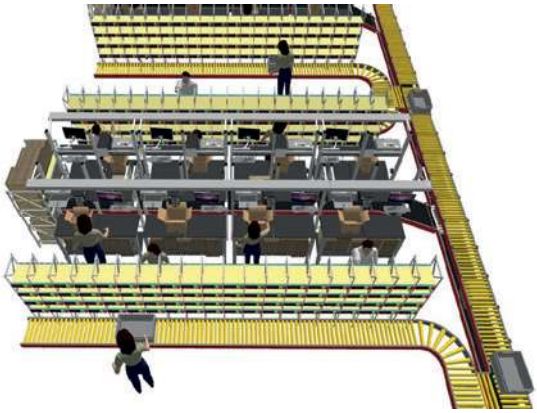
Zakład produkcyjny podzielony na kilka hal różniących się typem wytwarzanych produktów wysyła do nowego centralnego i zautomatyzowanego magazynu wysokiego składowania produkty końcowe w kolejności określonej wydajnością poszczególnych maszyn. Klienci zamawiający gotowe produkty przesyłają swoje zamówienia ok. 2 dni przed odbiorem w ilościach nieprzekraczających 2-5 palet jednorodnego towaru. Wielu odbiorców końcowych korzysta z transportu zbiorczego, który obsługuje codziennie określone wcześniej trasy.

**Cel działania:** stworzyć na rampie wysyłkowej będącej częścią zautomatyzowanego systemu transportu wewnętrznego sekwencję palet dla wielu odbiorców obsługiwanych jednym pojazdem w określonej trasą przejazdu kolejności.

Opracowany model mechanizacji transportu i składowania zawiera w sobie następujące elementy główne:

- Układ transport poziomego typu monorail z hal produkcyjnych do magazynów składowania.
- Magazyn główny w postaci silosa paletowego bazującego na technologii układnic.

Rys. 5. Sorter (materiały własne LLS)



Rys. 6. Stacje pakowania (materiały własne LLS)

paletowych. Silos rozumiany jest tutaj jako układ samonośny regałów paletowych składający się z wielopoziomowej konstrukcji stalowej podzielonej na korytarze obsługiwane urządzeniami typu układnica.

- Magazyn sortujący oparty na technologii wózków samojezdnych typu pallet shuttle (wózków samojezdnych zasilanych bateriami, kondensatorami lub za pomocą szyny napięciowej służącymi do rozmieszczania palet z towarem w układach regałowych).

W ramach analiz nad projektem uwzględniono fazy rozwoju zakładu produkcyjnego i zwiększające się strumienie towarowe. Istotą projektu było zapewnienie ciągłości odbiorów gotowych produktów z zakładów produkcyjnych przy jednoczesnym zapewnieniu odpowiedniej mocy wydań do działu transportu. Przeprowadzone symulacje i obliczenia szybko doprowadziły do przekonania, że pomimo możliwości tworzenia sekwencji wysyłkowych za pomocą układnic utrata przepustowości tych urządzeń jest zbyt duża. Straty sięgające 30-40% wydajności systemu, spowodowane ciągłym przekładaniem produktów na regałach silosa, doprowadziły do powstania oddzielnego wysoko dynamicznego układu magazynowania i sekwencjonowania wysyłek na najbliższe 24 godziny przed wyjazdem.

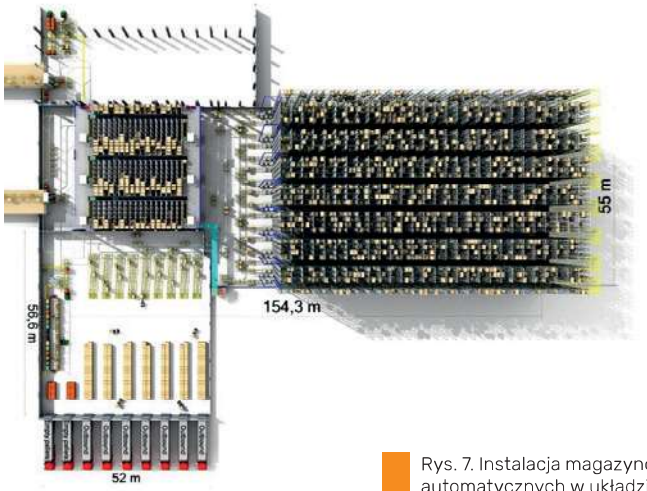
Zamówienia klientów przekazywane do systemu WMS kreują sekwencję towarową na podstawie stanu zapasu w silosie i/lub towarów opuszczających w określonym oknie czasowym halę produkcyjną. System wyznacza takim produktom określone miejsce w regałach magazynu shuttle. Segmentacja

REKLAMA:

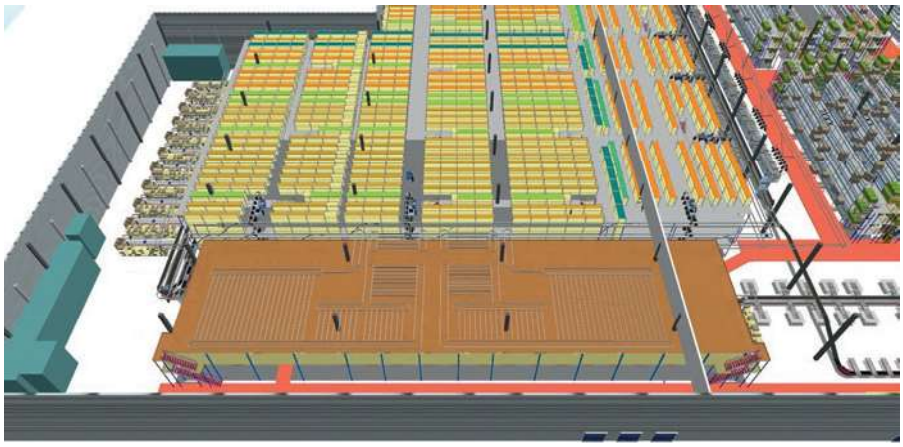
regałów została tak dobrana, aby móc stworzyć praktycznie każdą możliwą kombinację zatowarowania pojazdu. Pomiędzy liczbą palet dla jednego klienta a miejscem w regalu istnieje korelacja opisana algorytmem. Dzięki podziałowi magazynu shuttle na piętra i korytarze możliwa jest realizacja dowolnej sekwencji wyjazdu na rampę załadowczą (rys. 7).

## Przypadek czwarty

Dystrybutor części zamiennych, posiadający w swoim asortymencie więcej niż 200 000 SKU i wyodrębnioną grupę towarów małych i lekkich składowaną na antresoli w systemie chaotycznym, formuje zamówienia odbiorców końcowych do kartonów wysyłkowych.




Rys. 7. Instalacja magazynów automatycznych w układzie silos-shuttle (materiały własne LLS)



Rys. 8. Instalacja trójstopniowego sortera różnicowego (materiały własne LLS)

Rys. 9. Stacja pakowania (materiały własne LLS)

Podczas pakowania istotnym procesem jest wyłożenie produktów ciężkich i gabarytowych na dnie kartonu. Przed wysyłką i zamknięciem kartonu ostatnią warstwą stanowią towary grupy o najmniejszej wadze i objętości.

**Cel działania:** stworzyć system transportu i sortowania z antresoli do stacji pakowania umożliwiający wysłanie do określonej stacji grupy produktów lekkich w zależności od numeru zlecenia przed zamknięciem kartonu.

Koncepcja rozwiązania została oparta na technologii przenośników podwieszonych i układzie sortowania z mechanizmem różnicowym opisanym we wstępie (rys. 8).

Ponieważ towary na antresoli zajmują regały w sposób rozproszony (bez stałego adresu składowania), jedynym sposobem kompletacji jest tworzenie tzw. fali kompletacyjnej w zależności od godziny wyjazdu i przekazanie pojedynczych sztuk towaru zebranych na wózkach kompletacyjnych do stacji nadawczej sortownika. W stacjach tych pracownicy przyporządkowują każdą sztukę towaru do oddzielnego worka podwieszonego do szyny prowadzącej, skanując kod towaru. Każdy z worków podwieszonych wyposażony jest w kodowany transponder RFID i jego numer jest łączony z kodem towarowym. W ten sposób utworzona para przekazywana jest do systemu zarządzającego sortownią.

W układzie trójstopniowej sortowni dochodzi do dzielenia towarów na grupy, stacje i kolejność w stacji, tak aby pracownik pakowni otrzymał dokładnie te produkty, które ma złożyć w zamykanym zleceniu odbiorcy (rys. 9).

Przytoczone przykłady pokazują szerokie spektrum zastosowań metod sortowania w celu uzyskania efektu końcowego, jakim jest sekwencja towarowa. W czasach dynamicznego rozwoju handlu internetowego i coraz bardziej zredukowanych ilości sztuk jednorodnego towaru w jednym zleceniu, sortowanie, a w szczególności sekwencjonowanie jest wyzwaniem stawianym operatorom logistycznym. Tym wyzwaniom nie sposób stawiać czoła metodami ręcznego przekładania towaru do przegródek lub kartonów. Tutaj z pomocą przychodzą wysokodynamiczne układy automatyzacji magazynowej. Ich właściwe planowanie, obliczanie wydajności i stopniowanie efektu są jeszcze większym wyzwaniem. Dlatego zachęcam do dogłębnej analizy procesu i sprawdzenia możliwości oferowanych technologii przed dokonaniem inwestycji i zmierzeniem się z kolejnym spiętrzeniem zleceń.