

Andrzej Ratkiewicz
Politechnika Warszawska

Wybrane technologiczne aspekty magazynowania i dystrybucji

Dystrybucja najczęściej określana jest jako rozprowadzenie towarów od producenta, poprzez sieć hurtowni i handlu detalicznego, do finalnego konsumenta. Ważnym elementem dystrybucji jest relacja: magazyn dystrybucyjny – punkt sprzedaży detalicznej (odbiorca). Przepływ materiałów w tej relacji może być nazwany zarówno wysyłką (z punktu widzenia magazynu), jak i dostawą (z punktu widzenia odbiorcy). Najważniejsze cechy charakteryzujące ten przepływ, to jakość i koszt dostawy. Przedstawione poniżej zagadnienia technologiczne w znacznym stopniu determinują zarówno jakość, jak i koszt dostawy.

Paletyzacja – depaletyzacja wysyłki

Zagadnienie paletyzacji – depaletyzacji wysyłki (wybór postaci wysyłki) można sformułować następująco: czy skompletowane w magazynie dystrybucyjnym Paletowe Jednostki Ładunkowe (PJŁ) należy po nałożeniu na nie zabezpieczenia transportowego ładować do samochodu w całości (wariant 1), czy też należy je rozformować i załadować z osobna każde opakowanie towaru do skrzyni ładunkowej (wariant 2).

W pierwszym wariantcie wysyłki oszczędza się na kosztach operacji rozformowania PJŁ, natomiast straty wynikają z większych kosztów transportu (gorszego wykorzystania kubatury i ładowności środka transportu). W drugim wariantcie

wysyłki jest odwrotnie. Oczywistym jest, że rozwiązania omawianego dylematu dla konkretnego rzeczywistego przypadku należy szukać w porównaniu kosztów realizacji obu wariantów w identycznych warunkach jakościowych.

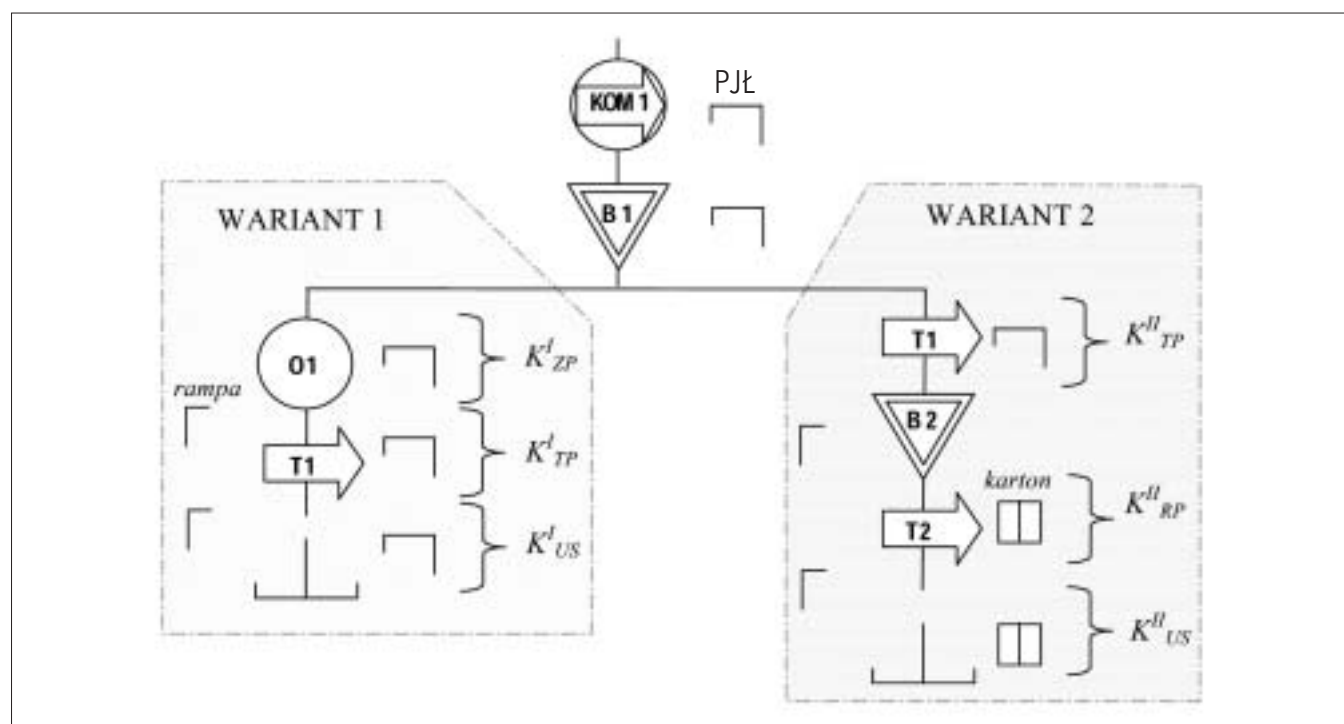
Wspomniane koszty realizacji obu wariantów można przedstawić następująco:

$$\text{dla wariantu 1} \quad K^I = K^{I_{ZP}} + K^{I_{TP}} + K^{I_{US}} \quad (1)$$

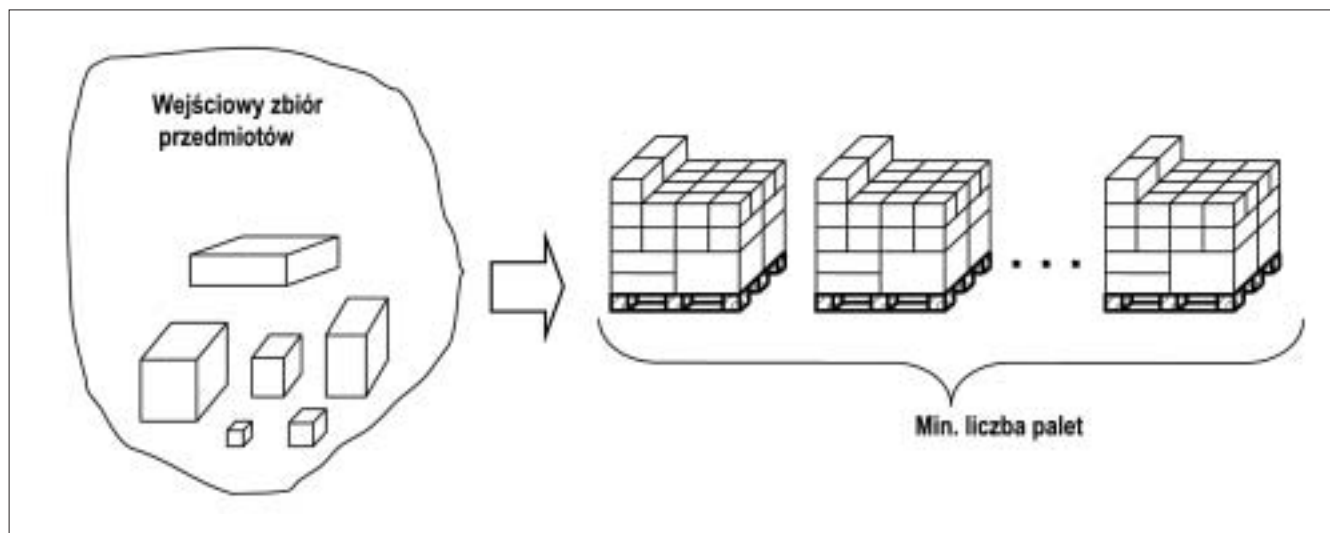
$$\text{dla wariantu 2} \quad K^{II} = K^{II_{TP}} + K^{II_{RP}} + K^{II_{US}} \quad (2)$$

gdzie

- K^I – koszt realizacji 1 wariantu dostawy,
- $K^{I_{ZP}}$ – koszt zabezpieczenia transportowego PJŁ w 1 wariantcie dostawy,
- $K^{I_{TP}}$ – koszt transportu PJŁ do skrzyni ładunkowej samochodu dla 1 wariantu dostawy,
- $K^{I_{US}}$ – koszt użycia samochodów w 1 wariantcie dostawy;
- K^{II} – koszt realizacji 2 wariantu dostawy,
- $K^{II_{TP}}$ – koszt transportu PJŁ do skrzyni ładunkowej samochodu dla 2 wariantu dostawy,
- $K^{II_{RP}}$ – koszt rozformowania PJŁ i ułożenia ładunku w skrzyni ładunkowej samochodu dla 2 wariantu dostawy,
- $K^{II_{US}}$ – koszt użycia samochodów w 2 wariantcie dostawy.



Rys. 1. Wykres dwóch wariantów przepływu materiałów na wyjściu z magazynu dystrybucyjnego.



Rys. 2. Załadunek jednej wysyłki na wiele palet.

Wykres procesu przepływu materiałów w obu wariantach, sporządzony przy użyciu symboli stosowanych w technologii transportu [1], przedstawiono na rysunku 1, na którym pokazano również miejsca występowania wyodrębnionych powyżej kosztów.

Metoda rozwiązania zagadnienia paletyzacji – depaletyzacji wysyłki jest opisana w [2]. Przedstawiony w [2] przykład liczbowy nie przesądza o zdecydowanej wyższości paletyzacji lub depaletyzacji wysyłki w warunkach polskich i wskazuje na konieczność przeprowadzenia obliczeń dla każdego rzeczywistego przypadku.

Po ustaleniu postaci wysyłki należy rozważyć następujące technologiczne zagadnienia optymalizacyjne:

- załadunek wysyłki na wiele palet (dla wysyłki spaletyzowanej),
- załadunek wysyłki do skrzyni ładunkowej (dla wysyłki zdepaletyzowanej).

Załadunek jednej wysyłki na wiele palet

Załadunek jednej wysyłki na wiele palet (pojemników) można przedstawić następująco: wejściowy zbiór przedmiotów o różnych wymiarach i masie należy zapakować do pojemników (palet) tak, aby liczba użytych pojemników była minimalna (rysunek 2).

Zazwyczaj pojemniki (palety) mają te same wymiary. W przypadku palet często nie zakłada się maksymalnej wy-

sokości PjŁ, tylko wprowadza się kryterium stabilności PjŁ; wówczas jej wysokość jest pochodną tego kryterium.

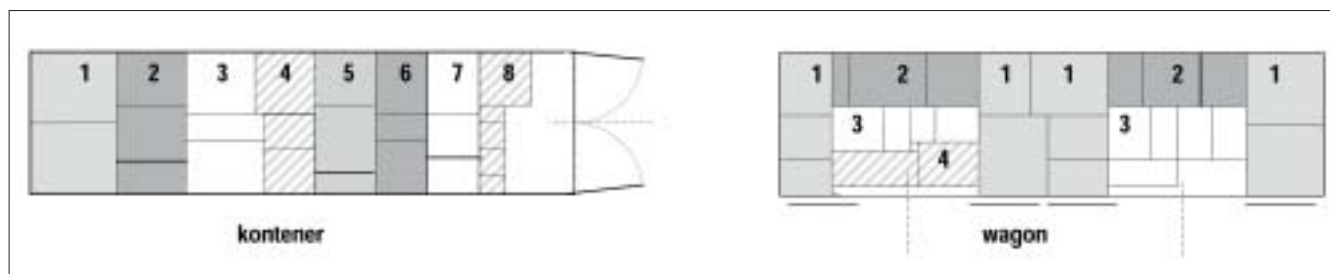
Załadunek jednej dostawy do kontenera, skrzyni ładunkowej lub wagonu

W tym przypadku mamy do czynienia z wejściowym zbiorem przedmiotów, które należy załadować do pojemnika (kontenera, naczepy, wagonu) tak, aby maksymalnie wykorzystać jego przestrzeń ładunkową (rysunek 3).

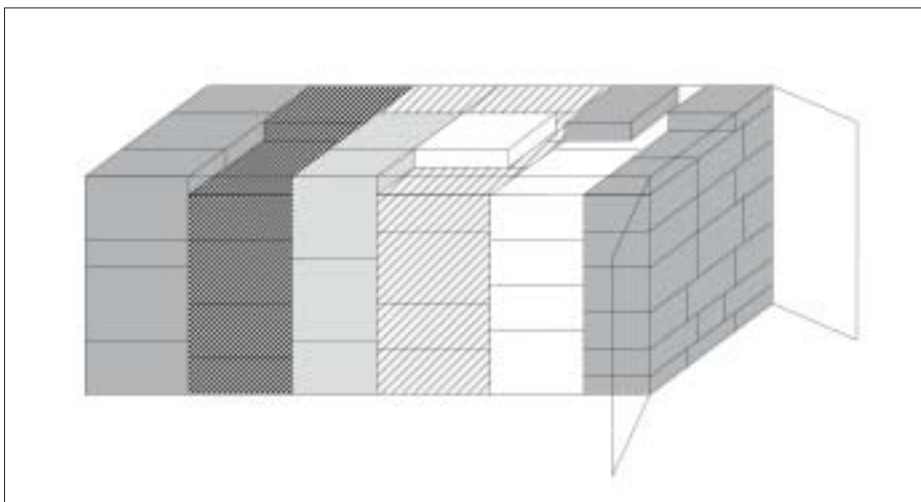
Zazwyczaj przyjmuje się, że suma objętości przedmiotów jest nieznacznie mniejsza od objętości pojemnika. Różnice pomiędzy kontenerem (naczepą) a wagonem polegają na ustaleniu innej sekwencji układania przedmiotów w rzędach i wynikają z innego (rysunek 3) położenia otworów drzwiowych (liczby oznaczają kolejność układania rzędów opakowań).

Załadunek kilku wysyłek do kontenera

Załadunek kilku wysyłek do kontenera - w tym przypadku wejściowy zbiór przedmiotów składa się z kilku podzbiorów. Przedmioty należące do określonego podzbioru mają trafić do konkretnego odbiorcy. Problem (rysunek 4) polega na zapakowaniu wszystkich podzbiorów przedmiotów do kontenera (skrzyni ładunkowej) z maksymalnym wykorzystaniem jego przestrzeni ładunkowej przy następujących ograniczeniach:



Rys. 3. Załadunek kontenera (skrzyni ładunkowej) i wagonu.



Rys. 4. Załadunek kilku dostaw do kontenera (każdy kolor oznacza inną wysyłkę)

- przedmioty należące do podzbiorów powinny być ułożone w odległości od drzwi zgodnej z kolejnością odwiedzania odbiorców,
- przedmioty przeznaczone dla jednego odbiorcy powinny dać się pobrać z kontenera bez naruszania układu pozostałych przedmiotów.

Wszystkie przypadki opisane powyżej w ramach zagadnień załadunku mogą być rozważane odnośnie wejściowego zbioru przedmiotów jednorodnych lub niejednorodnych pod względem ich wymiarów i masy.

Zagadnienie układania tras pojazdów

Zagadnienie układania tras pojazdów, często utożsamiane z zagadnieniem wielu komiwojażerów, można przedstawić następująco: dany jest zbiór typów pojazdów o określonych parametrach każdego z nich; znane są zapotrzebowania po-

istnieją pakiety komputerowe pozwalające na uzyskanie dobrego jakościowo rozwiązania tego zagadnienia.

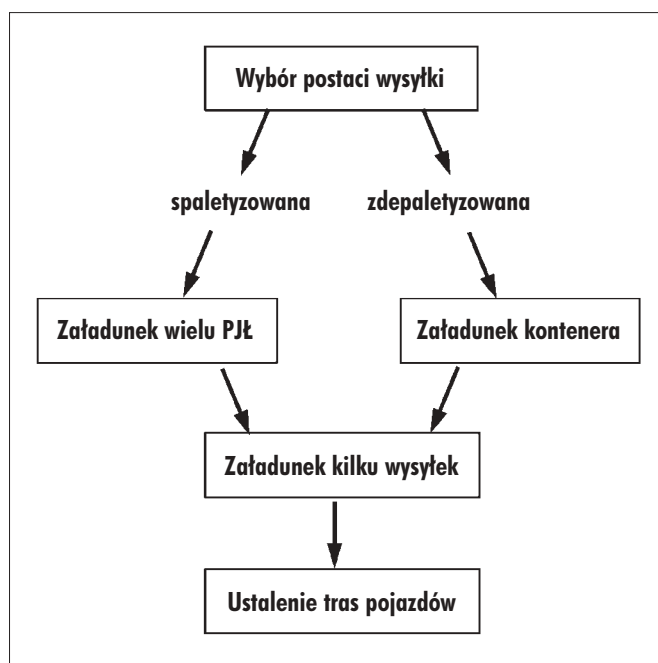
Różnica pomiędzy zagadnieniem układania tras pojazdów a klasycznym zagadnieniem wielu komiwojażerów polega na tym, że to ostatnie zakłada maksymalnie jeden pobyt każdego komiwojażera w każdym mieście, co może oznaczać w niektórych przypadkach wydłużenie drogi.

Wnioski

Przedstawione w niniejszym artykule zagadnienia technologiczne są ze sobą w pewien sposób powiązane. Uproszczoną ilustracją tych powiązań przedstawiono na rysunku 5.

Przedstawioną na rysunku 5 ilustrację można traktować również jako intuicyjny schemat technologicznego projektowania dystrybucji.

Nawiązując do przedstawionych w artykule zagadnień załadunku należy zaznaczyć, że w każdym z nich opakowania niejednorodne stanowią skomplikowany układ przestrzenny. W tej sytuacji bardzo istotnym ograniczeniem staje się nośność (określana też jako maksymalny nacisk powierzchniowy lub odporność na zgniecenie) poszczególnych opakowań. Przekroczenie dopuszczalnych nacisków powierzchniowych dla któregoś z opakowań prowadzi do jego uszkodzenia a często również do uszkodzenia innych opakowań w jednostce ładunkowej. Konieczne zatem staje się stworzenie narzędzia pozwalającego na rozwiązywanie zagadnień załadunku z uwzględnieniem ograniczonej nośności poszczególnych opakowań.



Rys. 5. Powiązania pomiędzy zagadnieniami technologicznymi.

LITERATURA:

- [1] Fijałkowski J.: Transport wewnętrzny w systemach logistycznych. Wybrane zagadnienia; Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2000.
- [2] Ratkiewicz A.: The simplification method of a material flow variant selection. 4th International Conference Financial and Logistics Management 2005 Malenovice, Czech Republic.