

Zdzisław Cygan, Leszek Dziadykiewicz

Wyższa Szkoła Oficerska
Służb Kwatermistrzowskich w Poznaniu

MODEL STEROWANIA PRACĄ PORTOWEJ GRUPY REJONOWEJ

Streszczenie. W referacie przedstawiono metodę optymalizacji pracy w portowej grupie rejonowej. Zaprezentowano model matematyczny opisu wagonów znajdujących się w grupie rejonowej oraz model opisu nabrzeży. Poza tym zbudowano funkcję kryterium rozdziału wagonów pomiędzy poszczególne fronty ładunkowe nabrzeży, a także przedstawiono algorytm wyznaczania rozdziału minimalizującego łączny czas trwania przeładunków.

1. Wstęp

Prawidłowa eksploatacja portowego węzła kolejowego, maksymalne wykorzystanie jego możliwości przepustowych składów pociągów w dużej mierze zależy również od prawidłowej organizacji pracy, maksymalnego wykorzystania możliwości przeładunkowych frontów ładunkowych na nabrzeżach obsługiwanych przez grupy rejonowe przy nierównomiernym podstawianiu pod przeładunki wagonów lub ich składów.

Nierównomierność podejścia pociągów ma duży wpływ na pracę portowego węzła kolejowego oraz na pracę ładunkową na nabrzeżach.

W referacie dokonano próby opracowania metody optymalizacji pracy, skrócenia czasu przyporządkowania frontom ładunkowym poszczególnych nabrzeży wagonów znajdujących się na grupie rejonowej.

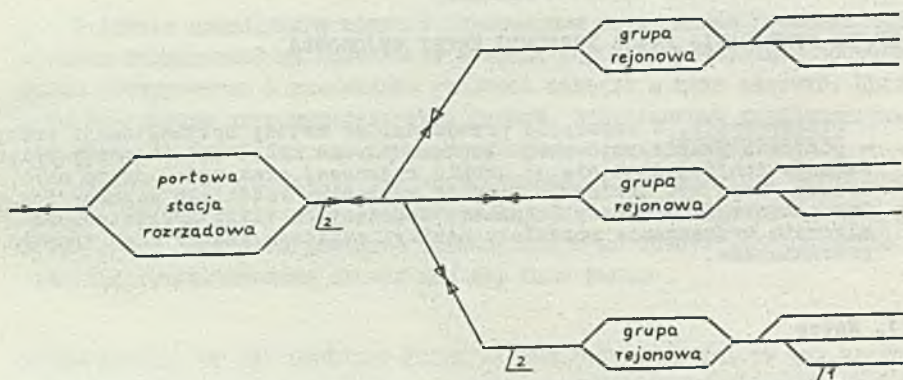
Przyjęte założenia uwzględniają specyfikę pracy wyspecjalizowanych pod względem wyposażenia nabrzeży.

2. Portowy węzeł kolejowy

Port morski od strony lądu obsługiwany jest przez portowy węzeł kolejowy /rys. 1/, który składa się:

- z portowej stacji rozrządowej,
- z grup rejonowych zwanych często stacjami rejonowymi /3/,
- z torów łącznikowych i komunikacyjnych,
- z tarów ładunkowych.

Jeżeli w danym węźle portowym jest przedportowa stacja rozrządowa pracująca na rzecz sieci kolejowej wewnątrz kraju, to portowa stacja rozrządowa występuje w układzie uproszczonym, a rozrząd odbywa się tylko dla potrzeb portu.



Objaśnienia:

- 1 - tory ładunkowe,
2 - tory łącznikowe i komunikacyjne.

Rys.1. Schemat portowego węzła kolejowego

Do podstawowych zadań tej stacji należy:

- przyjmowanie z sieci kolejowej pociągów przeznaczonych do portu,
- rozrząd składów i grup wagonowych na poszczególne grupy rejonowe i nabrzeża,
- przekazywanie składów na grupy rejonowe i przyjmowanie składów z grup rejonowych,
- formowanie i wyprawianie pociągów z portu do stacji leżących na sieci kolejowej.

Grupy rejonowe wchodzące w skład kolejowego węzła portowego mają za zadanie przeróbkę składów pociągów przychodzących z portowej stacji rozrządowej oraz obsługę przylegających do nich nabrzeży.

W celu skrócenia czasu postoju statków w portach, ładunki /szczególnie masowe/ skupiane są z pewnym wyprzedzeniem czasowym tworząc tzw. magazyn na kołach.

Każda grupa rejonowa obsługuje od 1 do 4 nabrzeży mając dobre połączenie z portową stacją rozrządową.

3. Model matematyczny

3.1. Opis wagonów znajdujących się w grupie rejonowej

Wagony skierowane do przeładunku na rozpatrywaną grupę rejonową zawierają P rodzajów ładunku:

$$P = \{ 1, \dots, P, \dots, P \}$$

Przyjmujemy, że wagony są K typów:

$$K = \{ 1, \dots, k, \dots, K \}$$

Określona jest wielkość $a_{k,p}$ rozumiana jako liczba wagonów k -tego typu zawierających p -ty rodzaj ładunku:

$$a = [a_{k,p}]_{K \times P}$$

$$a_{kp} = \begin{cases} > 0, \text{ gdy na } k\text{-tym typie wagonów występuje } p\text{-ty ładunek,} \\ = 0, \text{ gdy na } k\text{-tym typie wagonów nie występuje } p\text{-ty ładunek.} \end{cases}$$

Dla każdego wagonu $k = \overline{1, K}$ jest określona liczba c_{kp} określająca, ile jest ładunku p -tego na wagonie danego typu.

$$c = [c_{kp}]_{K \times P}$$

$$c_{kp} = \begin{cases} > 0, \text{ gdy } p\text{-ty rodzaj towaru jest przewożony wagonami typu } k, \\ = 0, \text{ gdy } p\text{-ty rodzaj towaru nie jest przewożony wagonami typu } k. \end{cases}$$

3.2. Opis nabrzeży

W rozpatrywanej grupie rejonowej jest N nabrzeży. Zbiór N jest zbiorem numerów nabrzeży:

$$N = \{ 1, \dots, n, \dots, N \}$$

Na każdym n -tym nabrzeżu występuje $J_{/n/}$ frontów ładunkowych.

$J_{/n/}$ jest zbiorem numerów frontów ładunkowych:

$$J_{/n/} = \{ 1, \dots, j, \dots, J_{/n/} \}$$

Wprowadźmy do rozważań wielkość m_j^n w postaci:

$$\bigwedge_{n \in N} \bigwedge_{j \in J_{/n/}} m_j^n = \langle m_j^n, 1, \dots, m_j^n, p, \dots, m_j^n, P \rangle$$

gdzie $m_j^n, p = 1 \iff$, gdy p -ty rodzaj ładunku może być rozładowany przy j -tym froncie ładunkowym n -tego nabrzeża.

Maksymalna zdolność techniczna frontów ładunkowych określona jest wektorem postaci:

$$\bigwedge_{n \in N} \bigwedge_{j \in J_{/n/}} B_j^n = \langle B_j^n, 1, \dots, B_j^n, p, \dots, B_j^n, P \rangle$$

gdzie: $B_j^n, p > 1 \iff m_j^n, p = 1$,

B_j^n, p - jest to maksymalna techniczna zdolność ładunkowa j -tego frontu n -tego nabrzeża dla p -tego typu ładunku.

Przyjmujemy, że zadana jest specjalizacja frontów ładunkowych, to znaczy zadany jest wektor w postaci:

$$\bigwedge_{n \in \mathbb{N}} \bigwedge_{j \in J(n)} f_j^n = \langle f_{j,1}^n, \dots, f_{j,k}^n, \dots, f_{j,K}^n \rangle$$

gdzie: $f_{j,k}^n, k \in \{0, 1\}$

$f_{j,k}^n, k = 1 \iff$ gdy k -ty typ wagonu może być ładowany przy j -tym froncie n -tego nabrzeża.

Zadane również są liczby $g^{n,j}$, które oznaczają, ile wagonów może być jednocześnie przeładowywanych przy j -tym froncie ładunkowym n -tego nabrzeża.

$$g = [g^{n,j}]_{n \times J}$$

gdzie $J = \max_{n \in \mathbb{N}} J/n$

Zmienną decyzyjną problemu jest $x_{k,p}^{n,j}$. Oznacza ona liczbę wagonów typu $k, k \in \mathbb{K}$ z ładunkami typu $p, p \in \mathbb{P}$, które zostały skierowane do przeładunku przy j -tym froncie ładunkowym n -tego nabrzeża.

Obecnie rozpatrzony zostanie jeden front ładunkowy j, n -tego nabrzeża.

Czas przeładunku jednego wagonu typu k z ładunkiem p wynosi:

$$t_{k,p}^{n,j} = \frac{C_{k,p}}{B_{j,p}^n} \cdot m_{j,p}^n \cdot f_{j,k}^n \quad /1/$$

Czas przeładunku wszystkich wagonów typu k , z ładunkiem typu p , skierowanych do przeładunku przy danym froncie ładunkowym wyraża się wzorem:

$$t_{k,p}^{n,j} = t_{k,p}^{n,j} \cdot x_{k,p}^{n,j} \quad /2/$$

Dla wszystkich typów wagonów z ładunkiem p , wzór przyjmuje postać:

$$t_{k,p}^{n,j} = \sum_{k \in \mathbb{K}} t_{k,p}^{n,j} \cdot x_{k,p}^{n,j} \quad /3/$$

Natomiast dla wszystkich typów ładunków mamy:

$$t_{k,p}^{n,j} = \sum_{p \in \mathbb{P}} \sum_{k \in \mathbb{K}} t_{k,p}^{n,j} = \sum_{p \in \mathbb{P}} \sum_{k \in \mathbb{K}} \frac{C_{k,p}}{B_{j,p}^n} \cdot m_{j,p}^n \cdot f_{j,k}^n \cdot x_{k,p}^{n,j} \quad /4/$$

Wzór /4/ wyraża łączny czas przeładunku wszystkich wagonów skierowanych do przeładunku przy j -tym froncie ładunkowym n -tego nabrzeża.

3.3. Funkcja kryterium

Problem polega na takim rozdzieleniu wagonów przydzielonych danej grupie rejonowej, aby czas przeładunku tych wagonów był minimalny. Ponieważ mamy wiele frontów ładunkowych, więc przeładunek będzie odbywał się równolegle. Czas przeładunku wszystkich wagonów będzie określony najdłuższym czasem przeładunku ze wszystkich frontów przeładunkowych.

Minimalizację czasu przeładunku można osiągnąć poprzez taki podział wagonów pomiędzy dopuszczalne fronty ładunkowe, aby skrócić czas najdłuższy.

Funkcja kryterium ma postać:

$$F(X) = \min_{\left\{ X_{k,p}^{n,j} \right\}} \max_{\substack{j \in J(n) \\ n \in N}} \left\{ t_1^{n,j} \cdot \sqrt{X_{k,p}^{n,j}} \right\}$$

3.4. Ograniczenia

1. $\bigwedge_{k \in K} \bigwedge_{m \in N} \bigwedge_{j \in J(m)} \bigwedge_{p \in P} X_{k,p}^{n,j} \in \mathcal{N}$

gdzie \mathcal{N} - zbiór liczb naturalnych.

2. $\bigwedge_{k \in K} \bigwedge_{m \in N} \bigwedge_{j \in J(m)} \bigwedge_{p \in P} X_{k,p}^{n,j} \cdot m_{j,p}^n < a_{k,p}$

Powyższe ograniczenie gwarantuje, że do danego frontu ładunkowego j, n-tego nabrzeża nie zostanie skierowanych więcej wagonów typu k, z p-tym ładunkiem, niż się znajduje na grupie rejonowej.

3. $\bigwedge_{p \in P} \bigwedge_{k \in K} \sum_{m \in N} \sum_{j \in J(m)} X_{k,p}^{n,j} \cdot m_{j,p}^n \cdot r_{j,k}^n = a_{k,p}$

Jest to warunek wskazujący, że wszystkie wagony skierowane na stację rejonową muszą zostać przeładowane.

4. $\bigwedge_{j \in J(n)} \bigwedge_{m \in N} \sum_{p \in P} \sum_{k \in K} X_{k,p}^{n,j} \leq g_{n,j}$

Ograniczenie to gwarantuje nieprzekroczenie dopuszczalnej liczby wagonów jednocześnie przeładowywanych na danym j-tym froncie ładunkowym n-tego nabrzeża.

4. Metoda rozwiązania

Jak już wspomniano poprzednio, rozwiązanie problemu zostanie osiągnięte poprzez taki podział wagonów pomiędzy fronty ładunkowe poszczególnych N nabrzeży, aby skrócić najdłuższy czas przeładunku.

Poniżej przedstawiony jest algorytm rozwiązania problemu.

Algorytm:

1. Czynności wstępne

a. $\bigwedge_{k \in K} \bigwedge_{p \in P} \bigwedge_{m \in N} \bigwedge_{j \in J(m)}$
 oblicz $t_{k,p}^{n,j} = \frac{c_{k,p}}{r_{j,p}^n} \cdot m_{j,p}^n \cdot r_{j,k}^n$

b. Podział wstępny

$\bigwedge_{k \in K} \bigwedge_{p \in P}$ Wybierz minimalny czas przeładunku, odrzucając czasy zerowe

$\min_{k,p} t_{k,p}^{n,j} = t_{k,p}^{n,j^*}$

Wszystkie wagony typu k, z ładunkiem typu p zostaną skierowane do

frontu ładunkowego j^* o numerze $j^* \in \mathbb{J} / n /$. Skok do punktu 2.
 2. a. Obliczenie czasów przeładunków.

$$t_1^{n,j} \quad \bigwedge_{m \in N} \bigwedge_{j \in \mathbb{J}(\sim)} \text{Oblicz} \\ \left(x_{k,p}^{n,j} \right) \quad \text{według wzoru /4/.$$

b. gdy $\left[\left(m_{j,p}^n = 1 \right) \wedge \left(f_{j,k}^n = 1 \right) \wedge \left(a_{k,p} \neq 0 \right) \right]$
 Porównaj ze sobą czasy przeładunków $t_1^{n,j} \left(x_{k,p}^{n,j} \right)$.

Gdy czasy takie same, to skok do punktu 4.

Gdy czasy różne, to skok do punktu 3.

3. a. Z frontu o dłuższym czasie przeładunku prześlij wagon do frontu spełniającego warunek z punktu 2b, o najkrótszym czasie przeładunku.

b. Oblicz czasy według punktu 2a.

c. Czy nastąpiła poprawa?

Tak. Skok do punktu 2b.

Nie. Wróć do poprzedniego rozwiązania.

Skok do punktu 4.

4. Koniec.

LITERATURA

- [1] Cygan Z., Dziadykiewicz L.: Modele sterowania ruchem statków w porcie. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn. zesz. 3-4 /47-48/ 1981 r. s. 317-332.
- [2] Byśko J.: Minimalizacja czasu pobytu wagonów SZD w kolejowym granicznym rejonie przeładunkowym. SGPiS W-wa 1980 r. /rozprawa doktorska/.
- [3] Cygan Z., Dziadykiewicz L.: Metodyka badań złożonych systemów działania wojska. Roczniki WSOSK /seria metodologiczna/. Poznań 1982 zesz. 1 /13/.

Recenzent: Doc.dr hab.inż. Jerzy Klamka

Wpłynęło do Redakcji do 30.03.1984r.

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ В ПОРТОВОЙ РАЙОННОЙ ГРУППЕ

Резюме

В статье представлен метод оптимизации работы в портовой районной группе. Дана математическая модель описания вагонов, находящихся в портовой районной группе а также математическая модель описания портовых набережных. Кроме того построена критериальная функция распределения вагонов между отдельными грузовыми фронтами а также представлен алгоритм определения распределения сводящего к минимуму время перегрузок.

A CONTROL MODEL FOR PORT SECTION GROUP

Summary

A mathematical model of wagons descriptions in a port section group and a model of landing piers are presented. Moreover a criterion function for wagons distribution to loading fronts of each pier is built and an algorithm of assign of the distribution minimizing the time of reloading duration is presented.