

ORGANIZACJA PRZEMIESZCZANIA WAGONÓW NA SIECI KOLEJOWEJ – WYBRANE ZAGADNIENIA

Streszczenie

W artykule omówione zostały zagadnienia związane z organizacją i realizacją przewozów. Proces główny to planowanie przewozów oraz wszystkie czynności związane z zestawianiem i przejazdem pociągów. Obejmuje on także procesy wspomagające takie jak: planowanie wykorzystania drużyn trakcyjnych i taboru trakcyjnego, przemieszczania wagonów próżnych – zarówno własnych jak i obcych (nie należących do przewoźnika) oraz ruch taboru luzem. Z punktu widzenia pracy stacji, składową procesy głównego, tj. organizacji i realizacji przejazdów jest planowanie pracy stacji oraz operacji wykonywanych w ramach obróbki pociągów w trakcie ich przejścia przez stacje. Elementem procesu jest również wykorzystanie w procesie przewozowym wagonów obcych, tj. wagonów które nie należą do przewoźnika. Z punktu widzenia realizacji procesu przewozowego jest to bardzo ważny problem decyzyjny. Co istotne, w obecnych uwarunkowaniach rynkowych to klienci są aktywnymi uczestnikami procesu przewozowego, zgłaszając potrzeby co do ilości i jakości wagonów, terminu nadania, miejsca nadania i odbioru. Niestety nie zawsze jest taka sytuacja, że wymagania klienta są adekwatne do możliwości operacyjnych przewoźnika. Odpowiadając na potrzeby kontrahentów przewoźnik musi bilansować zasoby, czy jest w stanie spełnić ich oczekiwania. Przewoźnik musi przygotowywać proces eksploatacyjny z pełną znajomością konsekwencji jakie płyną ze zmiennych oczekiwań klientów.

WSTĘP

Transport kolejowy pełni istotną rolę w przewozach ładunków zwłaszcza towarów masowych. W dobie gospodarki rynkowej zarówno operatorzy kolejowi jak również podmioty odpowiedzialne za jakość infrastruktury transportowej muszą sprostać wymaganiom rynku, oczekiwaniom klientów. Firmy działające w skali globalnej, mające duże zasoby, poprzez optymalizację procesów przede wszystkim eksploatacyjnych są w stanie znacznie poprawić swoją pozycję na rynku.

Kształtowanie systemu transportu kolejowego jest złożonym procesem decyzyjnym. Do prawidłowej oceny jego rozwoju niezbędne jest modelowanie rozłożenia ruchu, w celu badania dostosowania infrastruktury do realizowanych zadań, przy czym, decyzja wyborze organizacji ruchu powinna uwzględniać różne interesy.

Usprawnienie procesu przewozowego przekłada się na znaczne zmniejszenie ponoszonych kosztów. Przesyłanie ładunków koleją odbywa się z wykorzystaniem różnych technologii przewozów (ruch zwarty, ruch rozproszony). W przewozach zwartych uruchamiane są pociągi bezpośrednio ze stacji nadania ładunku do stacji przeznaczenia. Natomiast ruch rozproszony charakteryzuje się bardziej skomplikowaną i bardziej kosztowną technologią przewozu. W procesie przewozowym wykorzystywane są stacje pośrednie. Przewozy realizowane są na określonej sieci kolejowej tj. stacjach i liniach kolejowych.

Stosowanie racjonalnych sposobów organizacji transportu jest determinowane m.in. dysponowaniem przez przewoźnika w określonym miejscu i czasie odpowiednimi środkami transportu, które są adekwatne do zapotrzebowania na przewozy (znp), przyjętego przez do realizacji. W kolejowych przewozach towarowych występują sytuacje, w których w miejscu, gdzie generowane jest znp, nie ma wymaganej liczby lub rodzaju wagonów kolejowych, które można podstawić pod załadunek. W rezultacie przewóz ładunków, musi być poprzedzony przemieszczeniem odpowiedniej liczby i właściwej serii wagonów

próżnych do tych stacji kolejowych, gdzie jest zapotrzebowanie na takie wagony.

W zależności od wielkości potoku ładunków, nadawanych do przewozów koleją, stosowane są różne technologie ich przemieszczania. Dla przesyłek dużych (np. powyżej 20 wagonów) realizowane są przewozy w technologii zwartej. W pozostałych przypadkach zmierza się do łączenia w czasie transportu różnych przesyłek. Ze względu na rozproszone dostawy. Ponadto, spotykana jest również tzw. technologia przewozów wahadłowych. Jest to forma przemieszczania ładunków pomiędzy określonymi stacjami, w wydzielonych, jednorodnych składach wagonowych, powracających po wyładunku w rejon ich ponownego załadunku. W tym przypadku na drodze przebiegu nie dokonywana jest zmiana zestawienia składu wahadła.

Plan przemieszczania wagonów ładownych i próżnych przygotowywany jest na podstawie zgłoszonych, przez nabywców usług transportowych zapotrzebowań na przewozy.

W obecnych uwarunkowaniach rynkowych to klienci są aktywnymi uczestnikami procesu przewozowego, zgłaszając potrzeby co do ilości i jakości wagonów, terminu nadania, miejsca nadania i odbioru. Niestety nie zawsze jest taka sytuacja, że wymagania klienta są adekwatne do możliwości operacyjnych przewoźnika. Odpowiadając na potrzeby kontrahentów przewoźnik, na ogół stara się bilansować zasoby, ze względu na wymóg spełnienia oczekiwań klientów. Przewoźnik musi przygotowywać proces eksploatacyjny z pełną znajomością konsekwencji jakie płyną ze zmiennych oczekiwań klientów. W związku z tym występuje potrzeba skoordynowania zgłaszanego zapotrzebowania na przewozy z posiadanymi zasobami taborowymi.

1. ORGANIZACJA RUCHU NASIECI KOLEJOWEJ

1.1. Założenia ogólne

Ruch pociągów na sieci kolejowej, ze względu na konieczność zachowania najwyższego stopnia bezpieczeństwa oraz odpowiedniego stopnia płynności, musi być odpowiednio uporządkowany.

Powiązanie wszystkich elementów ze sobą powinno być zrealizowane w taki sposób, aby przynosiły one najkorzystniejszy efekt przy właściwym wykorzystaniu środków technicznych oraz przy jak najmniejszej liczbie osób potrzebnych do obsługi. Takie powiązanie nazywa się organizacją ruchu kolejowego.

Obszary badawcze dotyczące problemu organizacji można podzielić na te, które występują w kolejowym transporcie pasażerskim oraz te, które występują w kolejowym transporcie towarowym.

Wśród obszarów badawczych występujących w ruchu pasażerskim można wyróżnić m.in.:

- zaspokojenie zadań przewozowych,
- zagwarantowanie ciągłości i bezpieczeństwa przewozów,
- minimalizacja czasu przewozu,
- prowadzenie ruchu pociągów zgodnie z dokumentacją,
- zapewnienie ekonomiczności przewozu,
- dostosowanie liczby i wielkości składów pociągów do wielkości zgłoszeń w ruchu pasażerskim,
- konstrukcja racjonalnego rozkładu jazdy.

Natomiast w ruchu towarowym wśród obszarów badawczych można wyróżnić m.in.:

- zaspokojenie zadań przewozowych,
- regulowanie norm obsługi pociągów na stacjach kolejowych,
- regulowanie zdolności przewozowych i przepustowych linii i stacji kolejowych,
- opracowanie racjonalnych rozkładów jazdy i planów zestawiania,
- opracowanie właściwej organizacji pracy stacji kolejowych,
- prowadzenie ruchu pociągów zgodnie z dokumentacją,
- prowadzenie ewidencji wskaźników,
- współpraca z podmiotami w celu planowej realizacji przewozów.

Wśród obszarów badawczych dotyczących organizacji ruchu kolejowego istotne miejsce zajmuje konstrukcja racjonalnego rozkładu jazdy pociągów. Opracowanie racjonalnego rozkładu jazdy pociągów 9, 12, 15 to z jednej strony kształtowanie oferty przewozowej, a z drugiej strony konstrukcja wykresu ruchu pociągów. W pierwszym przypadku jest to wyznaczenie racjonalnych przebiegów linii komunikacyjnych, przydzielenie odpowiedniej wielkości potoku ruchu do przewiezienia po poszczególnych liniach komunikacyjnych, przydział danego typu składu pociągu do obsługi poszczególnych linii komunikacyjnych, przydział częstotliwości kursowania do poszczególnych linii komunikacyjnych. Natomiast w drugim przypadku problemem jest wyznaczenie tras pociągów na kanwie wykresu ruchu.

Problem kształtowania oferty przewozowej w dużej mierze dotyczy problemu rozłożenia potoku ruchu na sieć 1, 17, 18, 19. Należy dążyć aby wykonać to w taki sposób, by zagwarantować niezawodność i efektywność realizacji usług 19202330. Na przykład współcześni operatorzy funkcjonujący na rynku pasażerskich przewozów kolejowych poszukują metod i narzędzi marketingowych mających na celu dostosowywanie oferty do aktualnych wymogów rynku. Zasadniczo to polityka cenowa wpływa na decyzje podróżnych, a tym samym w sposób pośredni na funkcjonowanie przedsiębiorstwa. System taryfowy kieruje popytem poprzez cenę, ulgi i oferty. W małych przedsiębiorstwach system ten jest stosunkowo elastyczny, gdyż może być odpowiednio dostosowany do potrzeb i oczekiwań indywidualnego klienta. Natomiast w dużych przedsiębiorstwach, przewożących rocznie ponad milion pasażerów indywidualnie podejście jest niemożliwe. Oznacza to, że system taryfowy powi-

nien być skonstruowany w łatwy i przejrzysty sposób, aby potencjalni klienci korzystający z oferty, mogli wybrać tę, która im najbardziej odpowiada.

W literaturze opis konstrukcji wykresów ruchu pociągów na przykładzie zarządcy infrastruktury PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. można znaleźć w pracach Gołębiowski i Żebrak 10, Jacyna i Gołębiowski 9, 12 oraz Karoń i Skrzypek 243335, gdzie autorzy opisali przebieg procesu konstrukcji wykresu ruchu w Polsce. Gajda 8, Nowosielski 29. Woch 33 przedstawił problem regulacji ruchu po wystąpieniu utrudnień na sieci kolejowej z wykorzystaniem wykresów ruchu pociągów. Wolfenbut 34, 35 zwrócił uwagę na wykorzystanie modeli symulacyjnych do kierowania ruchem pociągów na linii kolejowej. W literaturze polskiej przedstawiono także problemy modelowania matematycznego obszaru organizacji ruchu kolejowego na sieci kolejowej (Jacyna i Gołębiowski 12, 15, Leszczyński 26).

W literaturze anglojęzycznej wiele miejsca poświęcono problemom konstrukcji wykresu ruchu. Hansen i Pacht 11 przedstawili podstawy teoretyczne kształtowania wykresu ruchu pociągów. Wiele publikacji dotyczy modelowania matematycznego konstrukcji wykresów ruchu pociągów (Train Timetabling/Scheduling Problem – TTP/TSP) (m.in. Caprara i in. 4). Badania dotyczące analizowanego problemu podzielone zostały na dwie grupy zagadnień – badania nad konstrukcją cyklicznych (m.in. Luthi 27, Serafini i Ukovich 32) i niecyklicznych (m.in. Carey i Lockwood 5, Corman i in. 6, Oliveira i Smith 30) rozkładów jazdy pociągów. W literaturze anglojęzycznej opisywano także problem opracowywania rozkładu jazdy i optymalnego kierowania ruchem na sieci kolejowej po wystąpieniu utrudnienia (Corman i in. 6, Meng i in. 28).

Efektom procesu konstrukcji jest przygotowanie harmonogramu jazdy pociągów czyli rozkładu jazdy, który spełnia następujące funkcje 11, 25:

- funkcję planowania – pozwala na dostosowanie intensywności obsługi przewozowej do natężenia potoku pasażerów i ładunków, czyli do zmiennych wielkości zadań przewozowych oraz stałych i doraźnych potrzeb w okresie zazwyczaj jednego roku,
- funkcję terminarza – pozwala na dostosowanie terminów kursowania pociągów oraz liczby postojów do wielkości potrzeb przewozowych,
- funkcję konkretyzującą – pozwala skonkretyzować warunki i możliwości przewozu, takie jak obiegi składów pociągów, określenie dróg przewozu, itp.,
- funkcję koordynującą – pozwala na ustalenie skomunikowań pomiędzy poszczególnymi pociągami oraz innymi środkami transportu na stacjach oraz pomiędzy poszczególnymi pociągami na danej linii kolejowej,
- funkcję organizacyjną – pozwala na organizowanie pracy kolei oraz zespołów pracowniczych obsługujących proces przemieszczania oraz wpływa na otoczenie zewnętrzne transportu kolejowego.

Organizacja ruchu kolejowego jest złożonym problemem decyzyjnym. Złożoność wynika z mnogości problemów oraz z szeregu czynników, które należy uwzględnić. Dotyczy to między innymi 7, 36:

- sprawdzenia kolizji pociągów na szlaku,
- precyzyjnego ustalenia miejsca wyprzedzania się pociągów na linii dwutorowej,
- ustalenia zależności funkcyjnej pomiędzy czasem a miejscem znajdowania się kursującego pociągu,
- oceny zdolności przepustowej linii kolejowej i określenia stopnia jej wykorzystania,
- oceny zdolności przewozowej linii kolejowej,
- określenia warunków racjonalnego wykorzystania lokomotyw oraz drużyn trakcyjnych i konduktorskich.

Jak z powyższego wynika organizacja ruchu kolejowego to złożony problem decyzyjny, który musi uwzględniać wiele aspektów zarówno technicznych, organizacyjnych jak i ekonomicznych.

1.2. Przemieszczanie próżnego taboru zgodnie z zamówieniem zgłaszanym przez klienta

Organizacja przemieszczania wagonów determinowana jest podstawowo czynnikami wynikającymi ze stanu infrastruktury kolejowej oraz podpisanych przez przewoźnika umów handlowych ze swoimi klientami. Warunki w nich zawarte określają najczęściej wymagany sposób przemieszczania wagonów.

Zapotrzebowanie na wagony ustala się na podstawie harmonogramów i zamówień składanych przez nadawców. Przewoźnicy na podstawie zamówień ustalają właściwe serie i potrzebną liczbę wagonów. W strukturach firm zajmujących się przewozem towarów transportem kolejowym za proces odpowiedzialny jest pion eksploatacji (dyspozytura). Dyspozytura jest podzielona hierarchicznie na: dyspozyturę główną i dyspozytury obszarowe.

Ustalanie liczby wagonów, które można dysponować pod załadunek w dniu bieżącym i następnym odbywa się przy współpracy dyspozytury głównej i dyspozytur obszarowych. Czynność ta ma na celu pokazanie wagonów poszczególnych serii gotowych pod załadunek. Na tej podstawie dyspozytura obszarowe wydają dyspozycje przemieszczania wagonów do załadowania w terminach ustalonych w planie obsługi stacji i uzgodnionymi z nadawcami. Brak równowagi w zakresie wyładunku i załadunku wagonów różnych serii w poszczególnych obszarach sieci kolejowej wymaga stałego likwidowania nadwyżek i wyrównywania braku wagonów próżnych w poszczególnych obszarach. Taką funkcję zwykle spełnia dyspozytura główna. Celem tych działań jest:

- ograniczenie do minimum przebiegu wagonów próżnych,
- niedopuszczenie do powstania krzyżujących się przebiegów wagonów tych samych serii,
- organizowanie przemieszczania wagonów próżnych w pełnych składach lub w grupach wagonowych i wysyłania ich w ustalonych trasach.

W zależności od potrzeb i aktualnej sytuacji taborowej dyspozytura główna może wyznaczać stacje koncentracji dla poszczególnych serii wagonowych (rys.1).

Błąd! Nie można tworzyć obiektów przez edycję kodów pól.

Rys. 1 Schemat podziału na poszczególne obszary

Źródło: opracowanie własne autorów

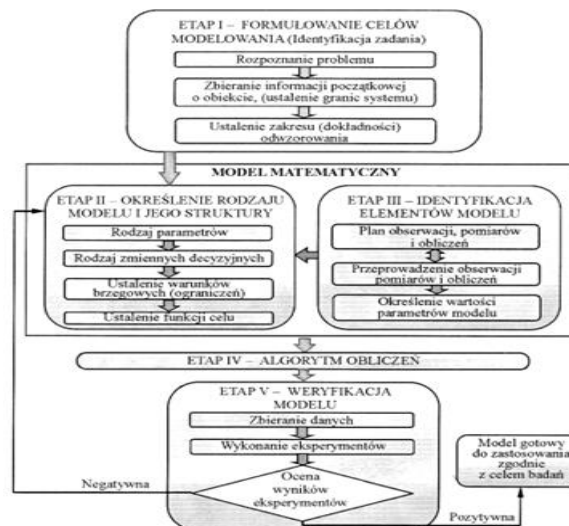
Celem koncentracji jest wyeliminowanie zbędnego przemieszczania wagonów próżnych i kradzieży części wagonowych z wagonów przypadkowo odstawionych na stacjach i miejscach słabo widocznych. Stacje koncentracji usytuowane są tak, że można szybko i sprawnie przemieszczać z nich wagony do potencjalnych stacji załadunku itp.

2. PROCEDURA OPRACOWANIA MODELU PRZEMIESZCZANIA WAGONÓW

2.1. Zasady konstruowania modelu

Proces budowy modelu matematycznego jest procesem iteracyjnym, czyli jeśli po zrealizowaniu pewnego etapu modelowania uzyskane wyniki nie są zgodne z danymi doświadczalnymi lub z posiadanymi możliwościami obliczeniowymi, niezbędny jest powrót do wcześniejszego etapu i modyfikacja jego założeń. Do opracowania właściwego dla danego systemu modelu konieczna jest szeroka wiedza o właściwościach i cechach tego systemu. Procedurę kon-

struowania modelu oraz iteracyjne sprzężenia pomiędzy jego etapami przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Procedura konstruowania modelu

Źródło: 12

2.2. Elementy modelu przemieszczania wagonów na sieci kolejowej

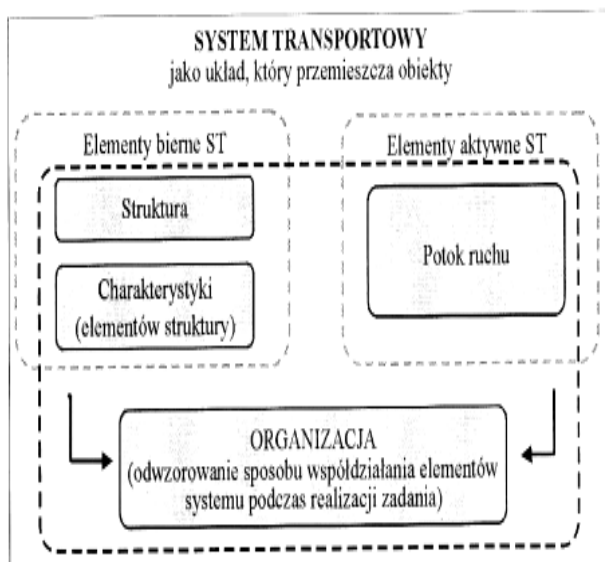
Przyjmując, że system transportowy to: infrastruktura, tabor, drużyny trakcyjne, zespoły manewrowe i inne zasoby ludzkie, przepływ informacji, organizacja przewozów realizujących proces przemieszczania ładunków z jednego punktu nadania do punktu drugiego odbioru i proces dostarczania wagonów próżnych pod zapotrzebowanie przewozowe z jednego punktu nadania wagonów próżnych do drugiego punktu odbioru wagonów próżnych, można wyróżnić zadanie, infrastrukturę, zasoby (taborowe, ludzkie) oraz organizację działania systemu transportowego.

Zadaniem systemu transportowego jest potrzeba planowania, a później przemieszczania, wagonów ładownych i próżnych na sieci kolejowej. Infrastruktura określa możliwości techniczne przemieszczania wagonów, a zasoby warunkują możliwości przewoźnika do realizacji zadania. Natomiast organizacja to sposób współdziałania wyżej wymienionych elementów systemu transportowego podczas realizowania zadania.

Podczas konstruowania modelu systemu transportowego zachodzi potrzeba podziału elementów tego modelu na elementy biernie oraz aktywne (rys.2).

Do elementów biernych zalicza się infrastrukturę transportową, taką jak: sieć kolejowa. Elementy aktywne to środki transportu: tabor kolejowy (wagony, lokomotywy).

Do odwzorowania systemu transportowego korzysta się z pojęcia sieci w ujęciu teorii grafów. Należy zadbać o przyjęcie właściwego zakresu odwzorowania, koniecznego do osiągnięcia celu badań, dla których model jest konstruowany.



Rys. 3. Schemat systemu transportowego jako układu
Źródło: 12

Model systemu transportowego (MST) zapisujemy jako uporządkowaną czwórkę, postaci 12:

$$MST = \langle G, F, P, O \rangle$$

gdzie:

MST – model systemu transportowego,

G – graf struktury,

F – zbiór funkcji określonych na węzłach i (lub) łukach grafu struktury,

P – potok ruchu,

O – organizacja.

2.3. Aspekt technologii przewozów w budowaniu modelu

Technologia przewozów w procesie obsługi eksploatacyjnej odgrywa zasadniczą rolę. Istotne jest czy wagony przemieszczane są w systemie zwartym, czy w systemie rozproszonym. Od strony technologicznej ruch rozproszony jest bardzo skomplikowanym procesem. W porównaniu do przewozów zwartych angażuje bardzo dużo zasobów. Wiąże się to z koniecznością wykonywania dużej pracy manewrowej. Przewozy te generują o wiele większe koszty niż ruch zwarty.

Budując model należy zwrócić na ten element szczególną uwagę, ponieważ zarówno czas jak i koszt przemieszczania wagonów zależne są od technologii przemieszczania wagonów ładownych i próżnych. Na rys. 3 przedstawiono możliwości zastosowania różnych technologii przewozowych. Mając zgłoszenie, tj. zapotrzebowanie na przewozy wagonów ładownych składane przez klientów (ZNP) można wyróżnić następujące warianty realizacji przewozów:

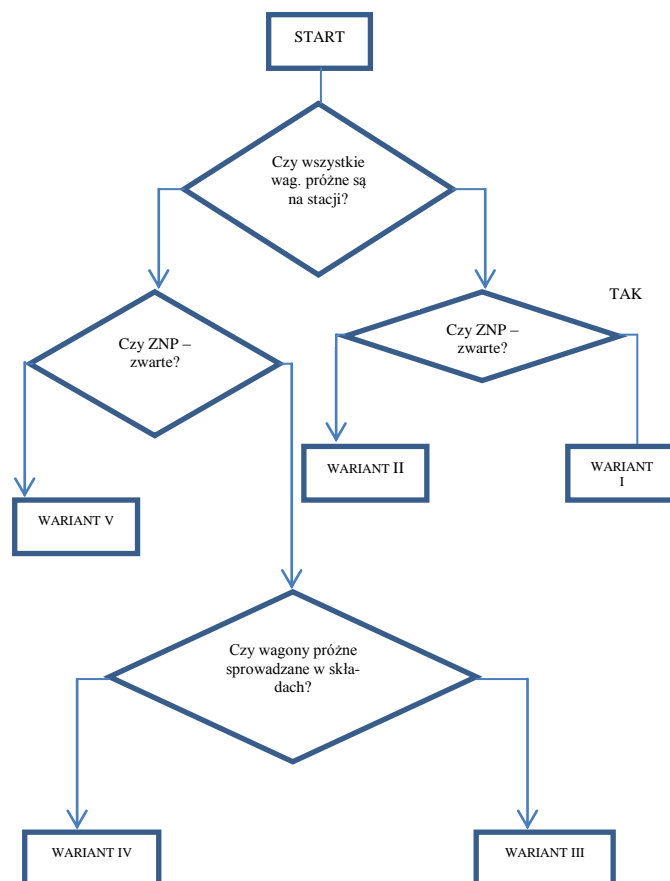
Wariant I – Wagony próżne pod ZNP znajdują się na stacji w momencie wystąpienia ZNP. Jest uzasadnienie przewozów wagonów ładownych w systemie zwartym. Duża liczba wagonów ładownych – uzasadnienie uruchomienia pociągu.

Wariant II – Wagony próżne pod ZNP znajdują się na stacji w momencie wystąpienia ZNP. Nie ma uzasadnienia przewozów wagonów ładownych w systemie zwartym. Brak dostatecznej liczby wagonów ładownych do uruchomienia pociągu.

Wariant III – Wszystkie lub część wagonów próżnych pod ZNP nie znajduje się na stacji w momencie wystąpienia ZNP. Jest uzasadnienie przewozów wagonów ładownych w systemie zwartym i jest również uzasadnienie sprowadzania wagonów próżnych pod te przewozy w systemie zwartym.

Wariant IV – Wszystkie lub część wagonów próżnych pod ZNP nie znajduje się na stacji w momencie wystąpienia ZNP. Jest uzasadnienie przewozów wagonów ładownych w systemie zwartym i nie ma uzasadnienia sprowadzania wagonów próżnych pod te przewozy w systemie zwartym.

Wariant V – Wszystkie lub część wagonów próżnych pod ZNP nie znajduje się na stacji w momencie wystąpienia ZNP. Nie ma uzasadnienia przewozów wagonów ładownych w systemie zwartym i nie ma uzasadnienia sprowadzania wagonów próżnych w systemie zwartym.



Rys. 4. Schemat możliwych wariantów użycia technologii przewozów

Źródło: Opracowanie własne

3. PROBLEMY ORGANIZACJI PRZEMIESZCZANIA WAGONÓW NA SIECI KOLEJOWEJ

3.1. Założenia ogólne

Plan przemieszczania wagonów bezwzględnie musi być dopasowany do zapotrzebowania klientów. Bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na budowę planu przemieszczania wagonów jest ich własność i rodzaj komunikacji, w której są nadawane.

Co do własności, wagony można podzielić na:

- wagony własne przewoźnika - przewoźnik musi nimi zarządzać przy przemieszczaniu zarówno wstanie ładownym jak i próżnym,
- wagony prywatne (nie należące do przewoźnika) - przewoźnik musi zarządzać przemieszczaniem wagonów ładownych. O przemieszczaniu wagonów próżnych decyduje właściciel.

Rodzaj komunikacji przy nadawaniu wagonów wpływa na czas ich zaangażowania w przewozach. Wagonów nadawane w komunikacji eksportowej charakteryzują się dużym współczynnikiem obrotu, natomiast w komunikacji wewnętrznej ten współczynnik jest mniejszy.

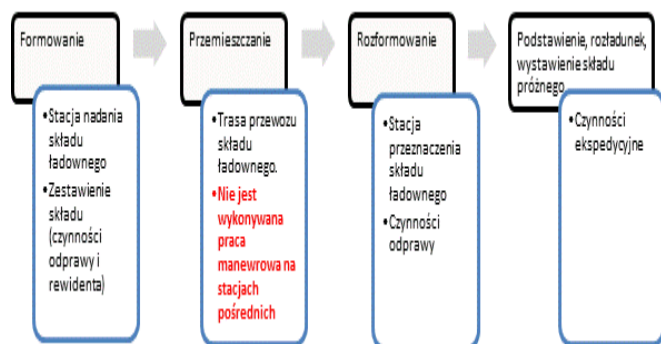
W przewozach importowych zwykle wagony próżne zabezpiecza przewoźnik kraju nadania wagonów.

Z wielu wariantów wskazanych w punkcie 2.3 niniejszego artykułu poniżej zostaną omówione przypadki dotyczące przewozów ładunków w ruchu zwartym i rozproszonym.

- **Wariant I** – Wagonów próżne pod ZNP znajdują się na stacji w momencie wystąpienia ZNP. Jest uzasadnienie przewozów wagonów ładownych w systemie zwartym. Duża liczba wagonów ładownych – uzasadnienie uruchomienia pociągu.
- **Wariant II** – Wagonów próżne pod ZNP znajdują się na stacji w momencie wystąpienia ZNP. Nie ma uzasadnienia przewozów wagonów ładownych w systemie zwartym. Brak dostatecznej liczby wagonów ładownych do uruchomienia pociągu.

3.2. Wariant I organizacji przemieszczania wagonów ładownych w technologii przewozów zwartych

Przewozy zwarte są to przewozy ładunków dokonywane za pomocą zwartych składów wagonowych ze stacji nadania do stacji przeznaczenia (rys.4). W przypadku odpowiedniego uzbrojenia punktów ładunkowych nadawcy i odbiorcy przesyłki (odpowiednia długość torów bocznicy, odpowiednia pojemność bocznicy itp.) przewozy te rozpoczynają się bezpośrednio z punktu ładunkowego jednego nadawcy i kończą się bezpośrednio na punkcie odbiorczym innego odbiorcy. W tym przypadku można mówić o przewozach od jednego nadawcy do jednego odbiorcy.



Rys. 4. Schemat przemieszczania wagonów ładownych w systemie zwartym

Źródło: Opracowanie własne

Celem organizacji przewozów zwartych jest:

- zapewnienie rytmicznej dostawy towarów
- wyeliminowanie pracy rozrządowej na drodze przejazdu pociągu
- wykorzystanie maksymalnego obciążenia pociągów
- przyśpieszenia obrotu wagonów.

Cechą tych przewozów jest fakt, że cały przejazd dokonywany jest jednym pociągiem, zasadniczo przy użyciu jednego środka trakcyjnego, bez konieczności wykonywania kosztownej pracy manewrowej na stacjach pośrednich. Taki system przewozów powoduje również podniesienie ich jakości, przyśpieszenie terminu dostawy, zwiększenie bezpieczeństwa przesyłki – jest więc najbardziej efektywną formą realizacji przewozów towarowych, a tym

samym najbardziej pożądaną z punktu widzenia zarówno przewoźnika jak i klienta.

Maksymalizacja tych przewozów ze względu na ich cechy stanowi najbardziej pożądaną cel działań w ujęciu eksploatacyjnym. Warunkiem jego realizacji jest jednak znajomość potrzeb klientów i maksymalne dostosowanie posiadanych zasobów (przede wszystkim wagonów i lokomotyw). Tak więc konieczne jest ich prawidłowe zaplanowanie – określenie siatki pociągów, a więc liczby tras pociągów, ich relacji oraz rozłożenia w czasie (zarówno w kontekście godziny odjazdu jak i kursowania w określone dni tygodnia) – w taki sposób, aby plan przewozów dostosować w jak największym stopniu do oczekiwań klientów. Jednak planowanie tego typu przewozów jest dla przewoźnika trudne ze względu na znaczne wahania w czasie wielkości tych przewozów, nierównomierność ich rozłożenia w poszczególne dni tygodnia. Klient składając zapotrzebowanie na przewozy powinien z wyprzedzeniem podać dane dotyczące zamówienia tj. datę i godzinę podstawienia, stację nadania, stację przeznaczenia, liczbę wagonów, serię wagonów, klienta, towar. W trakcie realizacji przewozów klienci również składają korekty do wcześniejszych zgłoszonych potrzeb.

Przewóz przesyłek zwartych odbywa się przy niewielkim nakładzie pracy manewrowej. Praca manewrowa ogranicza się jedynie do obsługi punktów ładunkowych i zabieraniu całego składu lokomotywą manewrową lub wstawianiu na punkt ładunkowy. Na stacji nadania odbywa się przygotowywanie pociągu do odjazdu. Występują również przypadki przewozów zwartych bezpośrednio z punktu ładunkowego nadawcy do punktu ładunkowego odbiorcy. W tym przypadku wyeliminowana jest praca manewrowa przy tych przewozach. Wykonywana jest tylko praca pociągowa związana z przemieszczaniem pociągu. Przesyłki zwarte o ustalonym obciążeniu i długości pociągu nie podlegają rozrządom na drodze przemieszczania ładunku od stacji zestawienia składu do stacji wyładunku. Po przyjeździe pociągu do stacji docelowej i dokonaniu oględzin technicznych i obróbki handlowej skład zostaje podstawiony odbiorcy na tory zdawczo – odbiorcze w całości lub w części.

Obsługa punktów ładunkowych odbywa się zgodnie z umowami bocznicy, które określają częstotliwość obsługi jak również godziny obsługi. W zakresie technologicznym obsługa punktów ładunkowych polega na podstawieniu i zabraniu wagonów na i z punktu zdawczo – odbiorczego, który może znajdować się na terenie stacji lub bocznicy klienta.

3.3. Wariant II organizacji przemieszczania wagonów ładownych w technologii przewozów rozproszonych

Wielkość jednocześnie nadanej ilości towarów wywiera istotny wpływ na koszt własny ich przewozu. Przewozy rozproszone są znacznie droższe niż przewozy bezpośrednie w zwartych składach i wymagają nieproporcjonalnie dużych nakładów zwłaszcza manewrowej i ekspedycyjnej. System przewozów rozproszonych oparty jest najczęściej o tzw. system punktów węzłowych i jest stosowany przez przewoźników działających w układzie globalnym (rys.5). Polega on na przemieszczaniu pojedynczych wagonów i grup wagonowych zgodnie z przyjętymi zasadami.

Pociągi towarowe dla przewozów rozproszonych zestawia się z odpowiednio dobranych pod względem stacji przeznaczenia przesyłek wagonowych, opisanych odpowiednimi numerami stacji kierunkowymi stacji przeznaczenia i przemieszczania (w układzie: stacja manewrowa – stacja rozrządowa – stacja manewrowa). Siatka stacji rozrządowych i manewrowych pomiędzy którymi odbywa się przewóz przesyłek w wagonach pojedynczych i grupach wagonowych funkcjonująca na sieci ulega ciągłej modyfikacji. Przewóz przesyłek rozproszonych najczęściej odbywa się według schematu: stacja nadania towaru – stacja manewrowa w obszarze ciężenia w której

jest stacja nadania – stacja rozrządowa w obszarze ciężenia w której jest stacja przeznaczenia – stacja manewrowa w rejonie ciężenia w której jest stacja przeznaczenia ładunku.



Rys. 5. Schemat przemieszczania wagonów ładownych w systemie rozproszonym

Źródło: Opracowanie własne

Na stacjach manewrowych skoncentrowany jest personel manewrowy i lokomotywy manewrowe dla obsługi (podstawiania zabierania wagonów) stacyjnych i liniowych punktów ładunkowych własnego rejonu ciężenia.

Najważniejszym celem tworzenia tego typu organizacji przewozów jest zapewnienie jak najszybszego przewozu wagonów pojedynczych i grup wagonowych od stacji nadania do stacji przeznaczenia, przy możliwie najniższych kosztach. Aby można było osiągnąć wyżej wymieniony cel należy planować przewozy w systemie rozproszonym. Właściwe planowanie przyczyni się przede wszystkim do obniżenia:

- kosztów generowanych na stacjach ładunkowych, manewrowych, rozrządowych (koszty osobowe, pracy manewrowej, opłat za tory itp.)
- kosztów generowanych w trakcie realizacji przewozów (koszty osobowe, energii elektrycznej, amortyzacji i wynajmu taboru itp.)
- opłat za udostępnienie linii kolejowych
- opłaty wynikające z dostosowania oferty przewozowej do potrzeb rynku (opłaty za opracowanie tras pociągowych, wszelkie zmiany w rozkładzie jazdy itp.)

Wcześniejsze rozpoznanie potrzeb klientów w zakresie przewozów rozproszonych umożliwi:

- objęcie przewozów rozproszonych takim planem przemieszczania, który będzie stanowił atrakcyjną jakościowo ofertę przewozową
- ograniczenie pracy manewrowej
- przyśpieszenie przewozu ładunków
- optymalizację liczby i wielkości zespołów obróbkowych oraz ich rozmieszczenie.

Obsługa punktów ładunkowych odbywa się zgodnie z umowami bocznicowymi. W zakresie technologicznym punktów ładunkowych polega na podstawianiu i zabieraniu wagonów na i z punktu zdawczo – odbiorczego, który może się znajdować na terenie stacji lub bocznicy klienta. Pociągi przybyłe na stację po dokonaniu przyjęcia pod względem technicznym i handlowym podlegają rozrządowi i są grupowane do podstawienia na poszczególne punkty ładunkowe. Następnie zgodnie z planem obsługi stacji na warunkach wskazanych w regulaminie technicznym są podstawiane lokomotywą manewrową na te punkty. Przekazane wagony klient zabiera własnymi

środkami trakcyjnymi i podstawia we własnym zakresie w miejsca załadunku lub wyładunku na terenie bocznicy. Po ukończeniu czynności ładunkowych wagony są przemieszczane na punkt zdawczo – odbiorczy celem przekazania przewoźnikowi. Wagony zdane przez klienta, zabranych z punktów ładunkowych na stację, podlegają odpowiednim operacjom technologicznym i zgodnie z planem organizacji zestawiania pociągów towarowych wysyłane są do odbiorcy. W przypadku gdy klient nie posiada własnych środków trakcyjnych dodatkowe prace manewrowe może wykonywać przewoźnik.

PODSUMOWANIE

Poruszane w niniejszym artykule zagadnienia dotyczące planowania i realizacji przemieszczania wagonów po sieci kolejowej w dobie dużej konkurencji na rynku usług przewozowych. Stanowią o przewadze konkurencyjnej firm przewozowych.

Poprzez optymalizację procesów przede wszystkim eksploatacyjnych przewoźnik jest w stanie znacznie poprawić swoją pozycję na rynku. Usprawnienie procesu przewozowego przekłada się na znaczne zmniejszenie ponoszonych kosztów.

Sposób realizacji procesu transportowego zależy od m.in. od typu zadań które należy wykonać np. kolejowego przewozu ładunków. Przykładem problemu, który może pojawić się podczas realizacji tego zadania, jest na przykład brak odpowiedniej serii wagonów towarowych, w wymaganej liczbie, miejscu i czasie.

Rozwiązaniem problemu jest przemieszczanie wagonów próżnych z punktów ich rozładunku do miejsc, gdzie występuje zapotrzebowanie na kolejowe przewozy towarowe. Obecnie przydział wagonów próżnych do odpowiednich stacji docelowych odbywa się z wykorzystaniem umiejętności oraz doświadczenie pracowników organizujących przewozy kolejowe.

Zadaniem systemu transportowego jest potrzeba planowania, a później przemieszczania, wagonów ładownych i próżnych na sieci kolejowej. Infrastruktura określa możliwości techniczne przemieszczania wagonów, a zasoby warunkują możliwości przewoźnika do realizacji zadania. Natomiast organizacja to sposób współdziałania wyżej wymienionych elementów systemu transportowego podczas realizowania zadania.

BIBLIOGRAFIA

1. Ambroziak T., Jachimowski R., Pyza D., Szczepański E.: Analysis of the traffic stream distribution in terms of identification of areas with the highest exhaust pollution. The Archives of Transport, 2014, vol. 32, iss. 4, pp. 7 – 16.
2. Ambroziak T., Gołębiowski P., Woźnicki K., Jacyna-Golda I., Jachimowski R., Kłodawski M., Lewczuk K., Szczepański E., Wariantowe rozłożenie potoku ruchu w zadanej sieci przy uwzględnieniu kosztów zewnętrznych”, Logistyka, 4, 1605-1616, 2014.
3. Bałuch H. (red.): Leksykon terminów kolejowych. Warszawa, 2011.
4. Caprara A. Kroon, L.; Monaci, M.; Peeters, M.; Toth, P.: Passenger Railway Optimization. W: Barnhart C., Laporte G.: Handbooks in Operations Research and Management Science – Vol. 14: Transportation. Elsevier, 2007, pp. 129-188.
5. Carey M., Lockwood D.: A model, algorithms and strategy for train pathing. Journal of the Operational Research Society, 1995, vol. 46, pp. 988–1005.
6. Corman F. etc.: Optimal multi-class rescheduling of railway traffic. Journal of Rail Transport Planning & Management, 2011, vol. 1.1, pp. 14-24.

7. Gajda B.: Organizacja transport kolejowego. Organizacja procesu przewozowego. Warszawa, 1987.
8. Gajda B.: Technika ruchu kolejowego. Cz. II – Technologia ruchu kolejowego. Warszawa, 1983.
9. Gołębiowski P., Jacyna M.: Wybrane problemy planowania ruchu kolejowego. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, 2013, vol. 97, pp. 123-133.
10. Gołębiowski P., Żebrak D.: Organization of the train movement on the selected line with the application "eRJot". In: CLC 2012: Carpathian Logistics Congress – Congress Proceedings (reviewed version) [CD-ROM]. Edition 1st. Ostrava: Tanger Ltd., 2012, pp. 461 – 467. ISBN 978-80-87294-36-9.
11. Hansen I.A., Pacht J.: Railway timetable & traffic. Analysis. Modelling. Simulation. Hamburg, 2008.
12. Jacyna M.: Modelowanie i ocena systemów transportowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
13. Jacyna M., Gołębiowski P.: An approach to optimizing the train timetable on a railway network. In: Urban Transport XXI. Southampton, Boston: WIT Press, 2015, str. 699 – 710. ISBN 978-1-84564-898-5.
14. Jacyna M., Gołębiowski P., "Traffic Organization on the Railway Network and Problem of Construction of Graphic Train Timetable", Journal of KONES Powertrain and Transport, 22(2), 79-87, 2015.
15. Jacyna M., Gołębiowski P.: Konstrukcja wykresu ruchu pociągów z zastosowaniem wieloetapowej optymalizacji. Pojazdy Szynowe, 2014, no 2, pp. 1-14.
16. Jacyna M., Lewczuk K., Szczepański E., Gołębiowski P., Jachimowski R., Kłodawski M., Pyza D., Sivets O., Wasiak M., Żak J., Jacyna-Golda I.: Effectiveness of national transport system according to costs of emission of pollutants. In: Safety and Reliability: Methodology and Applications [CD-ROM]. CRC Balkema, 2014, pp. 559-567. ISBN 978-1-138-02681-0.
17. Jacyna M., Merksiz J.: Proecological approach to modelling traffic organization in national transport system. The Archives of Transport, 2014, vol. 30, iss. 2, pp. 31 – 41.
18. Jacyna M., Wasiak M., Lewczuk K., Kłodawski M.: Simulation model of transport system of Poland as a tool for developing sustainable transport. The Archives of Transport, 2014, vol. 31, iss. 3, pp. 23 – 35.
19. Jacyna M., Żak J., Jacyna-Golda, I., Merksiz J., Merksiz-Guranowska, A., Pielecha, J.: Selected aspects of the model of proecological transport system. Journal of KONES Powertrain and Transport, 2013, vol. 20, no. 3, pp. 193-202.
20. Jacyna-Golda, I.: Evaluation of operational reliability of the supply chain in terms of the control and management of logistics processes. In: Safety and Reliability: Methodology and Applications [CD-ROM]. CRC Balkema, 2014, pp. 549-558. ISBN 978-1-138-02681-0.
21. Jacyna-Golda, I., Gołębiowski, P., Jachimowski, R., Kłodawski, M., Lewczuk, K., Szczepański, E., Sivets, O., Merksiz-Guranowska, A., Pielecha, J.: Traffic distribution into transport network for defined scenarios of transport system development in aspect of environmental protection. Journal of KONES Powertrain and Transport, 2014, vol. 21, no. 4, pp. 183-192.
22. Jacyna-Golda, I., Merksiz-Guranowska, A., Żak, J.: Some aspects of risk assessment in the logistics chain. Journal of KONES Powertrain and Transport, 2014, vol. 21, no. 4, pp. 193-202.
23. Jacyna-Golda, I., Żak J., Gołębiowski P.: Models of traffic flow distribution for various scenarios of the development of proecological transport system. The Archives of Transport, 2014, vol. 32, iss. 4, pp. 17 – 28.
24. Karoń G., Skrzypek M.: Aktualna metoda konstrukcji rozkładu jazdy pociągów. Zeszyty Naukowe. Transport / Politechnika Śląska, 2006, vol. 62, pp. 247-256.
25. Kolarski A., Bronowski T.: Eksploatacja handlowa kolei. Część I – przewozy osób oraz przesyłek bagażowych i ekspresowych. Warszawa, 1985
26. Leszczyński J.: Modelowanie systemów i procesów transportowych. Warszawa, 1999.
27. Luthi M.: Improving the efficiency of heavily used railway networks through integrated real-time rescheduling. Rozprawa doktorska, ETH Zurich, 2009.
28. Meng X., Jia L., Qin Y.: Train timetable optimizing and rescheduling based on improved particle swarm algorithm. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2010, vol. 2197, pp. 71-79.
29. Nowosielski L.: Organizacja przewozów kolejowych. Warszawa, 1999.
30. Oliveira E.; Smith B.M.: A job-shop scheduling model for the single-track railway scheduling problem. Research report series - University of Leeds School of Computer Studies LU SCS RR, 2000, vol. 21.
31. Pielas Cz.: Organizacja ruchu kolejowego. Warszawa, 1968
32. Serafini P., Ukovich W.: A mathematical model for periodic event scheduling problems. SIAM Journal on Discrete Mathematics, 1989, vol. 2, pp. 550–581
33. Woch J.: Podstawy inżynierii ruchu kolejowego. Warszawa, 1983.
34. Wolfenburg A.: New version of the BBS method and its usage for determining and scheduling vehicle routes. The Archives of Transport, 2014, vol. 31, iss. 3, pp. 83 – 91.
35. Wolfenburg A.: Optymalne kierowanie ruchem pociągów w obszarze sieci kolejowej. Gorzów Wlkp., 2011.
36. Wyrzykowski W.: Ruch kolejowy. T.1. Ruch pociągów. Warszawa, 1966.

ORGANIZATION OF THE CARS MOVEMENT ON THE RAILWAY NETWORK - SELECTED ASPECTS

Abstract

The article discusses the issues related to the organization and realization of transport. The main process is the transport planning and all activities associated with compiling and driving of trains. It also includes supporting processes such as traction crew scheduling and rolling stock circulation, movement of empty cars - both own and foreign (not belonging to the railway undertaking) and the movement of other rolling stock. From the point of view of the stations work, the component of the main process – organization and realization of transport is planning of stations work and operations connected with service of trains during their passage through the stations. Part of the process is also using in the transport process the foreign cars – cars not belonging to the railway undertaking. From the point of

view of transport process it is a very important decision problem. It is also important, that in the current market conditions customers are active participants of the transport process by submitting needs in the form of quantity and quality of wagons, date of origin, place of origin and reception. Unfortunately, it is not always such a situation that customer requirements are adequate for the operational capacity of the railway undertaking. Responding to the needs of contractors, the railway undertaking must balance its resources, if it is able to meet their expectations. The railway undertaking must prepare operational process with full awareness of the consequences which are connected with changing customer expectations.

Autorzy:

prof. dr hab. inż. **Marianna Jacyna** – Politechnika Warszawska,
Wydział Transportu.

mgr inż. **Mirosław Krześniak** – PKP CARGO S.A.