

Inwentaryzacja kryteriów decyzyjnych przy opracowywaniu harmonogramu czasu pracy drużyn konduktorskich

Łukasz WOLNIEWICZ¹

Streszczenie

Opracowywanie harmonogramów czasu pracy drużyn konduktorskich i maszynistów jest obowiązkiem przewoźników kolejowych. Wskazane jest jak najlepsze wykorzystanie czasu pracy pracownika na zmianie. W artykule opisano kryteria decyzyjne ograniczające planowanie pracy drużyn konduktorskich. Znaczącymi utrudnieniami są: obiegi taboru, czasy techniczne, przesiadki w połączeniach obsługiwanych przez danego przewoźnika, rozkład jazdy, zmniejszona liczba połączeń poza szczytem komunikacyjnym oraz opóźnienia występujące na sieci kolejowej. W zależności od rodzaju przewoźników, problem może mieć skalę regionalną lub krajową. W artykule wykorzystano dane Kolei Dolnośląskich.

Słowa kluczowe: kolej, rozkład jazdy, harmonogramowanie, drużyny konduktorskie

1. Uwarunkowania ogólne

Obsadę pociągu stanowi drużyna pociągowa, w skład której wchodzi drużyna trakcyjna oraz drużyna konduktorska, albo tylko drużyna trakcyjna. Pociągi pasażerskie przewożące pasażerów powinny mieć obsadę konduktorską składającą się co najmniej z kierownika pociągu, o ile jego zadania ruchowe nie są wykonywane przez innego pracownika lub przez urządzenie wyposażenia technicznego. Pociągi pasażerskie mogą jeździć bez kierownika pociągu, jeżeli jest zapewnione zamykanie drzwi pojazdu kolejowego przy wymianie podróżnych, a zamknięcie drzwi jest sygnalizowane kierującemu pojazdem kolejowym z napędem za pomocą urządzeń technicznych [3].

Kierownik pociągu jest pracownikiem odpowiedzialnym za obsługiwany pociąg na wyznaczonym odcinku trasy i podlegają jemu wszyscy pracownicy obsługujący pociąg, z wyjątkiem organów nadzoru i kontroli. Konduktor wykonuje obowiązki handlowo-przewozowe (sprzedaż i kontrola biletów, czynności związane z przejściem i zdaniem pociągu, czuwanie nad zachowaniem ładu i porządku w pociągu). Oprócz przestrzegania ustawowego czasu pracy maszynistów [9] ważna jest także:

- znajomość szlaku,
- typ pojazdu, na który pracownik ma autoryzację,
- rodzaj trakcji (spalinowa, elektryczna),

- zezwolenie na jazdę za granicą państwa,
- w zależności od dopuszczalnej prędkości szlakowej i urządzeń sterowania ruchem, wybór podwójnej bądź pojedynczej obsady.

Ze względów formalnych wymagane jest ustalenie wymiaru czasu pracy w okresie rozliczeniowym oraz zdefiniowanie tego okresu (może on trwać od jednego do trzech miesięcy). W okresie rozliczeniowym należy uwzględnić dni wolne od pracy (niedziela, święta oraz inne ustawowe dni wolne). Zatrudnionych pracowników powinno być więcej niż liczba zaplanowanych zmian roboczych, gdyż mogą zdarzyć się wypadki losowe i wynikająca z tego konieczność zastępstwa. W związku z tym, każdy pracownik ma w swoim harmonogramie zmiany rezerwowe, dające możliwość zastępstwa w danym okresie rozliczeniowym. Rezerwa ta powinna wynosić około 22% [4].

Podczas planowania harmonogramu pracy maszynistów, należy zacząć od analizy aktualnego rozkładu jazdy pociągów oraz sprawdzenia, ilu pracowników ma autoryzację na dany typ pojazdu, czy pracownicy znają dany szlak i czy mogą przekraczać granicę państwa. Są to najważniejsze wymagania, według których od najmniejszej liczby pracowników spełniających dany wymóg, należy rozpocząć układanie planu. Należy też sprawdzić, czy wymienione certyfikaty pracowników nie wygasły. Według przepisów rozdziału

¹ Mgr inż.; Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczny, Katedra Eksploatacji Systemów Logistycznych, Systemów Transportowych i Układów Hydraulicznych; e-mail: lukasz.wolniewicz@pwr.edu.pl.

szóstego „Praca w porze nocnej” ustawy 2, zmiana dla pracownika nie może obejmować trzeciej kolejnej nocy (23.00–05.00), trzeciej kolejnej niedzieli i nie rozpoczynać się w dobie z poprzedniej zmiany. Czas odpoczynku musi trwać 12 godzin. W przypadku, gdy wymaganiom będzie odpowiadać kilku pracowników, w pierwszej kolejności wyznacza się tego, któremu minął najdłuższy czas od zakończenia poprzedniej zmiany roboczej. Zmiany rezerwowe ustala się na podstawie obliczenia, ile czasu w okresie rozliczeniowym brakuje danemu pracownikowi do wypełnienia normy godzinowej. Równomiernie rozłożone zmiany rezerwowe są źródłem zabezpieczenia pracowników do podjęcia pracy za osoby chore, oddelegowane lub będące na urlopie. Jeśli dany pracownik nie znajdzie zatrudnienia podczas zmiany rezerwowej, powinien mieć zorganizowaną pracę zastępczą, w miarę możliwości odpowiadającą jego kwalifikacjom. Należy także ustalić, czy liczba dni wolnych od pracy, w danym harmonogramie pracownika, jest równa co najmniej liczbie niedziel i świąt w wybranym miesiącu. Trzeba również pamiętać o planowych urlopowach pracowników, zgodnie z postanowieniami rozdziału siódmego „Urlopy pracowników” ustawy [9].

Czas pracy drużyn konduktorskich jest regulowany przez Kodeks Pracy [9]. W artykule 129, § 1 rozdział II o normach i ogólnym wymiarze czasu pracy zaznaczono, że „Czas pracy nie może przekraczać 8 godzin na dobę i przeciętnie 40 godzin w przeciętnie pięciodniowym tygodniu pracy w przyjętym okresie rozliczeniowym nieprzekraczającym 4 miesięcy, z zastrzeżeniem art. 135–138, 143 i 144” [9]. Rozdział IV o „Systemach i rozkładach czasu pracy” dopuszcza pewne wyjątki. Artykuł 135 § 1 [9] stanowi, że: „Jeżeli jest to uzasadnione rodzajem pracy lub jej organizacją, może być stosowany system równoważnego czasu pracy, w którym jest dopuszczalne przedłużenie dobowego wymiaru czasu pracy, nie więcej jednak niż do 12 godzin, w okresie rozliczeniowym nieprzekraczającym 1 miesiąca. Przedłużony dobowy wymiar czasu pracy jest równoważony krótszym dobowym wymiarem czasu pracy w niektórych dniach lub dniami wolnymi od pracy”. Podczas przydzielania zmian konkretnym osobom należy pamiętać, że przy wydłużonym czasie pracy pracownik musi mieć zagwarantowane 11 godzin nieprzerwanego odpoczynku od pracy oraz w wymiarze tygodniowym jednorazowo nieprzerwane 35 godzin. Czas ten w przypadku ośmiogodzinnego czasu pracy najczęściej przypada na weekend. Szczególnym przypadkiem jest delegowanie pracowników do innego gniazda. Czas podróży służbowej, w którym pracownik nie wykonywał obowiązków pracy, nie zalicza się do czasu pracy. Podróż służbowa nie może jednak uniemożliwiać odpoczynku nocnego (co najmniej 8 godzin) oraz dobowego (co najmniej 11 godzin) [8].

Gniazdem konduktorskim nazywa się punkt, w którym drużyny konduktorskie rozpoczynają i kończą swoją pracę. W tym miejscu pracownicy drużyn meldują swoją gotowość do pracy i pobierają niezbędne urządzenia (drukarki biletów, terminale) oraz dokumenty (karty pracy). Po zakończeniu pracy, kierownicy pociągów i konduktorzy rozliczają się z pobranych wcześniej dokumentów i urządzeń.

Ze względu na uzależnienie czasu pracy od rozkładu jazdy i konieczność zakończenia dnia roboczego w gnieździe macierzystym, nie można zdefiniować jednoznacznej długości zmiany. Podczas harmonogramowania należy kierować się Kodeksem Pracy, i wyznaczać służby nie dłuższe niż 12 godzin. Jako nominalny czas pracy ustalono 6–10 godzin (+/- 2 godziny), a w wyjątkowych sytuacjach czas wydłużano do 12 godzin.

2. Warunki brzegowe w planowaniu pracy drużyn pociągowych

Drużyny mogą poruszać się pociągami danego przewoźnika. Do powrotów można rozważyć dojazdy składami innych firm w przypadku braku połączeń przewoźnika lub zbyt małej częstotliwości kursowania. Przejęcie i zdanie pociągu w poszczególnych punktach różni się czasowo w zależności od rozmieszczenia gniazd konduktorskich i posterunków ruchu w obrębie stacji.

Przejęcie pociągu w peronie polega na sprawdzeniu składu. Składa się na to kontrola kompletności znaków końca pociągu, poziomu fekaliów w toaletach, gaśnic oraz stwierdzenie ewentualnych śladów dewastacji. Elementem przejścia składu jest także czas dojścia z gniazda konduktorskiego na perony i przygotowanie do pracy. W gnieździe należy wykonać czynności administracyjne: podać dyspozytorowi numer pobranego terminala, zgłosić gotowość do pracy, pobrać kartę pracy oraz rolki papieru do drukowania biletów, sprawdzić na tablicy ogłoszeń, czy są jakieś nowe rozporządzenia do zapoznania.

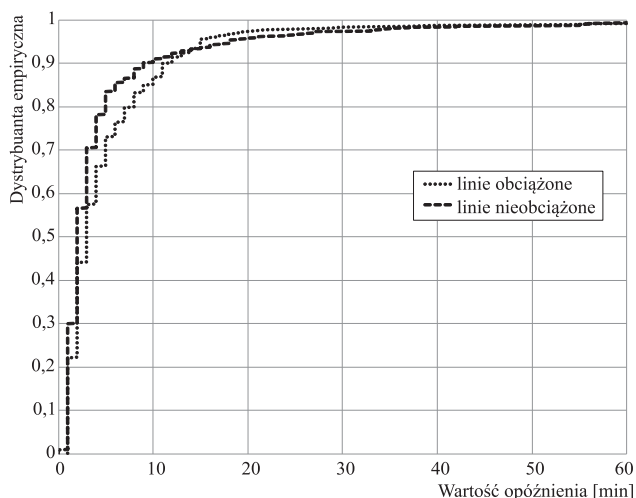
Po dojściu na peron, konduktor pobiera od dyżurnego ruchu rozkaz pisemny o ostrzeżeniach na trasie i przekazuje go maszyniście. Przejęcie pociągu w peronie, połączone ze szczegółową próbą hamulców, różni się od opisanego poprzednio koniecznością wykonania próby hamulców. Praktykuje się to raz na dobę, najczęściej przy wyjeździe składu na trasę. Próba uproszczona jest wykonywana przy każdej zmianie kierunku jazdy. Do wykonania próby hamulców nie zawsze potrzebny jest kierownik pociągu. W pojazdach wyposażonych w zespolone hamulce pneumatyczne, maszynista może wykonać próbę sam obserwując wskazania kontrolki na pulpicie w kabinie. W pojazdach z hamulcami klockowymi kierownik pociągu jest niezbędny. Maszynista hamuje i luzuje, a kierownik pociągu puka

młotkiem rewidenckim i nasłuchuje dźwięku wydawanego przez zestawy kołowe. Jeśli jest on głuchy i niski, to hamulce są dociśnięte, a jeśli dzwięczny i wysoki to są zluźwane, czyli klocki hamulcowe nie dolegają do tarcz. Wizualnie sprawdza się także, czy obręcze nie są pęknięte. Uproszczona próba hamulców różni się tym od próby szczegółowej, że jest sprawdzane działanie hamulców w ostatnim wózku zespołu trakcyjnego. Nie wymaga ona długiego czasu i dlatego jest uwzględniona w „przejściu pociągu w peronie”. Zdanie pociągu polega na kontroli składu opisanej przy przejściu pociągu, zakończeniu karty pracy i dojściu do gniazda konдукtorskiego, gdzie należy rozliczyć się z wcześniej pobranych dokumentów i urządzeń.

Z planowaniem pracy drużyn pociągowych można powiązać obiegi taboru. Daje to gwarancję wyeliminowania przesiadek, które nie są gwarantowane i mogą nie dojść do skutku z powodu opóźnień. W przypadku braku możliwości związania całej służby z obiegami, należy wyznaczyć właściwy czas na przesiadkę.

Jeden obieg trwa kilka dni i kończy się na swojej początkowej stacji. W związku z tym w takim obiegu jeździ kilka pojazdów i nie ma gwarancji powrotu do stacji początkowej tego samego dnia. Pociąg nocuje na różnych stacjach. Przysparza to dodatkowych problemów przy tworzeniu chronometrażu drużyn powiązanego ściśle z obiegami.

Z projektowaniem chronometrażu drużyn ściśle wiążą się opóźnienia pociągów. Są one istotne w przypadku konieczności przesiadki na inny pociąg. Nie jest wskazanym opóźnianie składu przez oczekiwanie na przesiadkę drużyny z innego pociągu, który porusza się z pewnym odchyleniem od rozkładu jazdy. Na podstawie danych dotyczących opóźnień pociągów na danej linii wyznaczono dystrybuantę empiryczną opóźnień (rys. 1). W tym celu połączenia obsługiwane przez przewoźnika zostały podzielone na linie obciążone i nieobciążone.



Rys. 1. Dystrybuanta empiryczna opóźnień [opracowanie własne na podstawie danych od przewoźnika kolejowego]

Linie obciążone, przeważnie dwutorowe z nowoczesnymi urządzeniami sterowania ruchem kolejowym i trakcją elektryczną, charakteryzują się częstotliwością kursowania wynoszącą co najmniej jeden pociąg na godzinę. Na liniach nieobciążonych, przeważnie jednotorowych ze starszymi urządzeniami sterowania ruchem kolejowym, często nieelektryfikowanych, częstotliwość kursowania jest rzadsza niż jeden pociąg na godzinę.

Z rysunku 1 wynika, że na liniach obciążonych wartości opóźnień są większe niż na liniach nieobciążonych. Celem jest ustalenie jednej wartości opóźnienia granicznego dla obu typów linii, aby drużyny mogły przesiadać się do linii drugiego typu, na których gwarancja nieprzekroczenia będzie na poziomie 95%. W ten sposób będą wyeliminowane wartości opóźnień odbiegające od pozostałych, zdarzające się w sporadycznych przypadkach (wypadki, nieplanowane remonty, awarie systemów sterowania ruchem) wchodzące w kolejne przedziały. W związku z tym, przyjęto wartość dystrybuanty empirycznej 0,95 dla linii obciążonych, która w przybliżeniu odpowiada opóźnieniu równemu 25 minut. Czas ten przyjęto jako minimalny czas na przesiadkę drużyny do innego pociągu.

3. Planowanie harmonogramów opartych na warunkach brzegowych

Lokalizację gniazd konдукtorskich można podzielić na dwa typy:

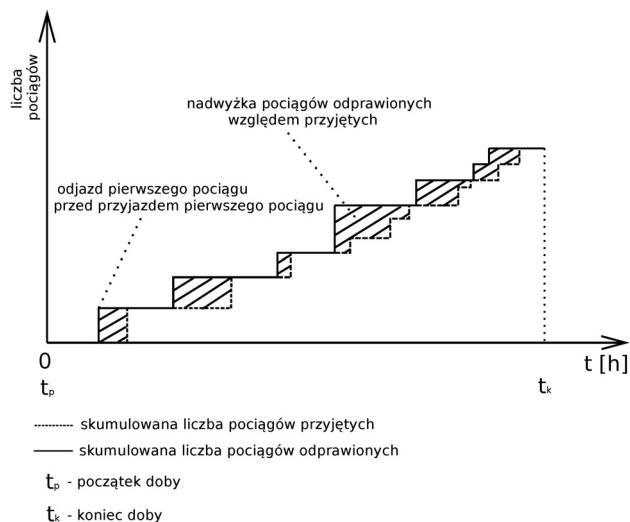
- 1) gniazda zlokalizowane w punktach węzłowych sieci kolejowej, będącymi naturalnymi generatorami zwiększonego ruchu kolejowego,
- 2) gniazda na końcu / początku trasy.

Istotne jest, aby sieć tych węzłów była równomiernie rozmieszczona na obszarze całego regionu, i uwzględniała układ linii kolejowych i naturalne ciągnięcie ośrodków peryferyjnych do większych. Przy wyborze lokalizacji gniazd należy mieć na względzie:

- liczbę pociągów rozpoczynających rano kurs z danej stacji według rozkładu jazdy pociągów,
- odległość od pobliskiego gniazda i rozważenie możliwości dojazdu,
- możliwości infrastrukturalne zlokalizowania gniazda na stacji,
- czynniki społeczne związane z preferowanymi zarobkami na danym terenie.

Na większą uwagę zasługują pociągi oczekujące nocą na stacjach końcowych na pierwszy poranny kurs. Niekiedy pełniona jest w nich służba nocna przez maszynistę i konдукtora. W zależności od częstotliwości kursowania, długości linii i dopuszczalnej

prędkości na szlaku, liczba pojazdów może być różna. Na stacjach tego typu nie zawsze opłaca się lokować gniazdo konдукtorskie. Jest to zależne od liczby pociągów zaczynających tam kurs. Zależność nadwyżki liczby pociągów na stacjach początkowych prezentuje rysunek 2, na którym oś pionowa to czas w ciągu doby, a oś pozioma to skumulowana liczba pociągów. Na początku doby ze stacji nie wyjeżdża żaden pociąg. W chwili wyjazdu pierwszego składu ze stacji, nie zdążył jeszcze przyjechać żaden pociąg do tej stacji, dlatego pierwszy pociąg odjeżdża przed przyjazdem pierwszego pociągu do tej stacji. Dwie krzywe obrazują skumulowaną liczbę pociągów odprawionych ze stacji i przyjętych. Pole pomiędzy nimi to nadwyżka liczby pociągów odprawionych nad liczbą pociągów przyjętych. W praktyce oznacza to konieczność dowiezienia drużyny na pierwsze kursy. Wykres ten nie ma zastosowania do stacji węzłowych, gdzie liczba pociągów zmienia się nieproporcjonalnie w czasie doby. Jest to spowodowane krzyżowaniem się różnych relacji.



Rys. 2. Poglądowy wykres nadwyżki liczby pociągów na stacji wyjazdowej [opracowanie własne]

Przy konstrukcji harmonogramu pracy drużyn należy rozważyć różne kryteria decyzyjne. Praktyczne doświadczenie autora umożliwiło zdefiniowanie formuł matematycznych, dotyczących: kosztów dowozu pracowników (1), kosztów zmiany nocnej (2), kosztów organizacji gniazda (3), całkowitego czasu trwania służby (4), rezerwy czasowej (5), wymaganej liczby drużyn pociągowych (6). Pojęcia te zdefiniowano w dalszej części artykułu.

Podczas planowania drużyny na poranną zmianę pierwszego kursu ze stacji, na której nie mieści się punkt grupowania drużyn, należy podjąć decyzję związaną z ekonomicznością dowozu pracowników samochodem w to miejsce z najbliższego gniazda lub zmianę nocną w pociągu. W zależności od długości drogi

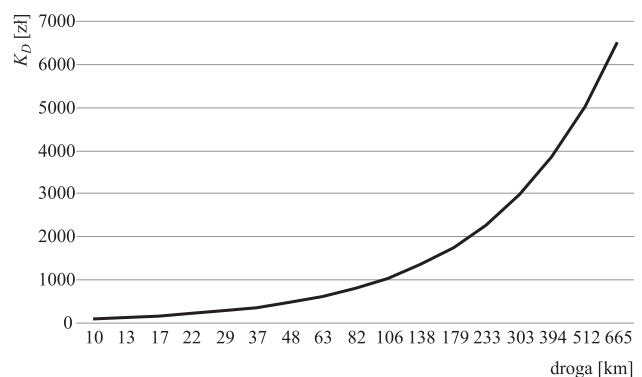
dojazdu, koszty są większe lub mniejsze. Im dłuższa droga, tym większy koszt. Koszt nocowania w pociągu wzrasta wraz z czasem noclegu i wynika z konieczności wypłaty wynagrodzenia pracownikowi. Im droga dojazdu jest dłuższa, tym powinna być dłuższa służba nocna, aby nocowanie w pociągu było bardziej ekonomiczne, niż dojeżdżanie rano do punktu rozpoczęcia biegu pociągu. Czas przejazdu i droga dojazdu w warunkach niezakłóconych zatorami drogowymi, remontami itp. zmieniają się proporcjonalnie. Jeżeli odległość do przejechania jest większa, potrzeba więcej czasu.

Koszty dowozu pracowników (K_D) na poranny kurs do miejsca gdzie nie ma gniazda można przedstawić jako sumę składowych, zapisanych wzorem (1). Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe wyniki zależności (1) przy zwiększającej się drodze dojazdu i powrotu oraz związanego z tym dłuższego czasu dojazdu i powrotu.

$$K_D = Q_k(t_d + t_o + t_p) + n \cdot Q_p \cdot t_d + R(s_d + s_p) + m \cdot Q_p \cdot t_p \quad (1)$$

gdzie:

- Q_k – stawka godzinowa płacona kierowcy [zł/h],
- t_d – czas dojazdu [h],
- t_o – czas oczekiwania [h],
- t_p – czas powrotu [h],
- n – liczba dowożonych pracowników,
- Q_p – stawka godzinowa pracownika drużyny [zł/h],
- R – stawka kilometrowa eksploatacji pojazdu [zł/km],
- s_d – droga dojazdu [km],
- s_p – droga powrotu [km],
- m – liczba odwożonych pracowników.



Rys. 3. Zależność kosztów dowozu pracowników od drogi według wzoru (1) [opracowanie własne]

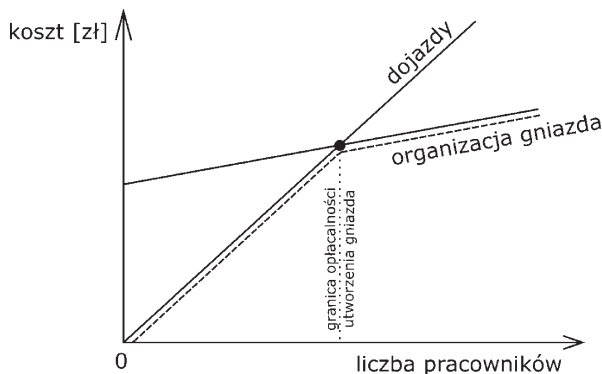
Koszt zmiany nocnej (K_N) można wyrazić wzorem:

$$K_N = Q_p \cdot t_n \quad (2)$$

gdzie:

- Q_p – stawka godzinowa pracownika drużyny [zł/h],
- t_n – czas noclegu [h].

Przy planowaniu nowego punktu grupowania drużyn należy dostosować jego powierzchnię, aby zapewnić pracownikom odpowiednie warunki pobytu. W zależności od liczby pracowników rozpoczynających i kończących tam pracę, można ich dowozić do tego miejsca samochodem firmowym i odwozić po skończonej pracy lub utworzyć tam gniazdo stałe. Na rysunku 4 przedstawiono dwie krzywe, prezentujące wzrastające koszty dowozu pracowników wraz ze wzrostem ich liczby oraz koszty związane z organizacją gniazda, których krzywa jest nachylona pod mniejszym kątem. Istnieje granica opłacalności utworzenia gniazda, kiedy dowożenie przestaje być rentowne, a organizacja gniazda staje się opłacalna. Krzywa opłacalności jest wyznacznikiem wyboru optymalnego rozwiązania pod względem kosztów uzależnionych od liczby pracowników w danym gnieździe. Organizacja gniazda wiąże się z kosztami stałymi związanymi z wynajęciem pomieszczenia, dlatego krzywa ta nie rozpoczyna się od 0. Dojazdy natomiast mogą być rozliczane kilometrowo.



----- krzywa opłacalności

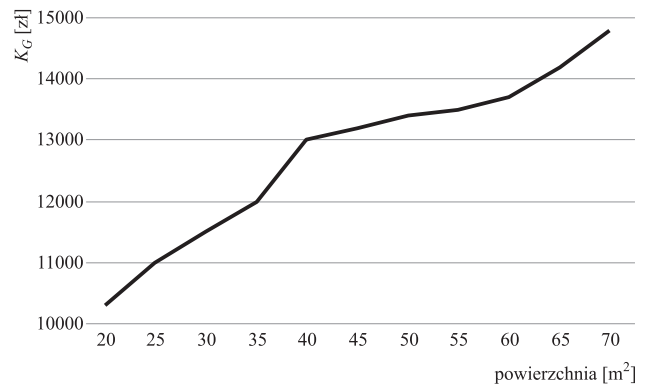
Rys. 4. Poglądowe koszty dowozu pracowników i organizacji gniazda [opracowanie własne]

Koszty organizacji gniazda dla drużyn (K_G) i jego utrzymania można opisać wzorem (3). Na rysunku 5 przedstawiono wyniki obliczeń według wzoru (3) w zależności od powierzchni wynajmowanego lokalu w okresie pierwszego miesiąca.

$$K_G = K_L + K_E + K_W + K_U + K_P \quad (3)$$

gdzie:

- K_L – koszt wynajęcia lokalu [zł],
- K_E – koszt opłat eksploatacyjnych [zł],
- K_W – koszt wyposażenia lokalu [zł],
- K_U – koszt utrzymania czystości w lokalu [zł],
- K_P – wynagrodzenia dla pracowników rozliczających konduktorów [zł].



Rys. 5. Przykładowa zależność kosztów organizacji gniazda od powierzchni pomieszczenia określona ze wzoru (3) [opracowanie własne]

Całkowity czas trwania służby można określić wykorzystując zależność:

$$T_C = \sum_{i=1}^2 t_{oi} + \sum_{i=1}^n t_{ji} + \sum_{i=1}^n t_{pi} \quad (4)$$

gdzie:

- t_o – czas obsługi (1-początkowej, 2-końcowej) [h],
- t_j – czas trwania i -tego kursu [h],
- t_p – czas i -tej przerwy [h].

W przypadku przerw dłuższych niż jedna godzina w obiegu taboru, wprowadzono opcję przesiadki do innego pojazdu. W celu określenia zasadności tego rozwiązania, wprowadzono pojęcie rezerwy czasowej (T_R) związanej ze skomunikowaniem, wyrażonej wzorem 5:

$$T_R = \sum_{i=1}^2 t_{pi} + t_t + \sum_{i=1}^2 t_{bi} \quad (5)$$

gdzie:

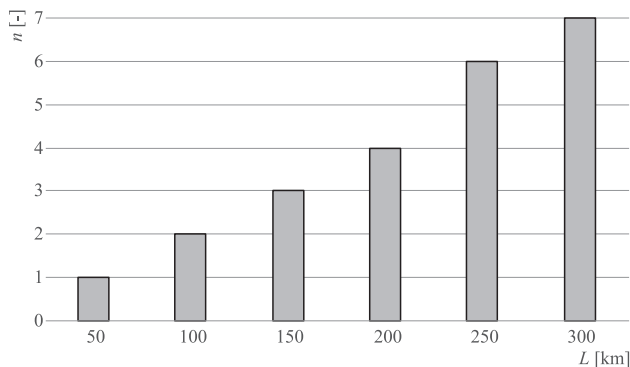
- t_p – czas przejazdu na odcinku (1-dojazd i 2-powrót) [min],
- t_t – czas techniczny (próba hamulca, zdanie / przejęcie składu) [min],
- t_b – czas bezpieczeństwa związany ze skomunikowaniem (1-czas dla pierwszej przesiadki, 2-czas dla drugiej przesiadki) [min].

Według [1], potrzebna liczba drużyn pociągowych (trakcyjnych i konduktorskich) może być obliczona ze wzoru (6). Na rysunku 6 przedstawiono przykładowe wyniki obliczeń wymaganej liczby drużyn pociągowych dla różnych długości odcinków obsługiwanych przez jedną drużynę.

$$n = \frac{1}{24} \left(\frac{2L}{v_h} + t \right) N \cdot k \quad (6)$$

gdzie:

- L – długość odcinka obsługiwane przez jedną drużynę [km],
- v_h – prędkość handlowa [km/h],
- t – czas na przejęcie i przekazanie pociągu [h],
- N – dobową liczbą pociągów,
- k – współczynnik uwzględniający, ile razy rzeczywisty czas pracy drużyny mieści się w jednej dobie.



Rys. 6. Wymagana liczba drużyn pociągowych n w zależności od długości odcinka L , obsługiwane przez jedną drużynę, określona ze wzoru (6) [opracowanie własne]

Prędkość handlowa, uwzględniona w formule (6), jest zależna od prędkości, z jaką porusza się pojazd, warunków ruchu oraz czasów postoju.

4. Modele planowania

Zaproponowano następujący podział metod harmonogramowania czasu pracy: model liniowy (odcinkowy) i obiegowy. Liniowy model polega na układaniu pracy drużyn w taki sposób, aby były one przypisane do konkretnych odcinków tras, model obiegowy zaś przypisuje drużyny do obiegów. Oba modele mają wady i zalety, które określono na podstawie własnych doświadczeń zawodowych autora i przedstawiono w tabelicy 1.

Jako najlepsze rozwiązanie wybrano model odcinkowo-obiegowy, eliminujący wady dwóch metod stosowanych osobno. W pierwszej kolejności harmonogram jest dopasowywany do obiegu, co eliminuje konieczność niepewnych przesiadek, a w przypadku występowania większych przerw szukane jest wolne połączenie do obsłużenia.

5. Podsumowanie i wnioski

Problem harmonogramowania czasu pracy drużyn pociągowych nie jest w jednoznaczny w sposób zdefiniowany w literaturze. W artykułach zagranicznych [5, 6, 7] przedstawiono graficzne interpretacje planu pracy drużyn konduktorskich. W publikacji [2, 4] przedstawiono ogólne etapy planowania harmonogramów. W związku z tym, że tworzenie chronometraży planu pracy drużyn jest ściśle związane z bieżącym rozkładem jazdy pociągów oraz uwarunkowaniami danego przewoźnika, do każdego przypadku należy podchodzić indywidualnie.

Przy planowaniu przydziału drużyn do konkretnych kursów istotna jest inwentaryzacja warunków

Tabela 1

Zalety i wady modelu odcinkowego i obiegowego

Model liniowy (odcinkowy)	
Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> • konduktorzy znają dobrze trasy (są w stanie szybko poinformować podróżnych o przesiadkach bez konieczności sprawdzania tego w rozkładzie jazdy), • w harmonogramie pracy występują krótsze przerwy, gdyż nie przypisuje się drużyny do konkretnego wozu (lepszą efektywność pracy), • obsługa tras mniej oddalonych od gniazda (podczas powrotu do gniazda w jednym pociągu nie spotyka się kilku konduktorów). 	<ul style="list-style-type: none"> • opóźnienia pociągów mogą wpłynąć na niemożliwość zrealizowania zaplanowanej przesiadki, • stała obsada na danej trasie łatwiej zaznajomi się z podróżnymi, mogą z tego wynikać różnego rodzaju oszustwa.
Model obiegowy	
Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> • mała wrażliwość na opóźnienia, • brak konieczności tworzenia osobnego grafiku dla drużyn, gdyż jest on zbieżny z obiegami, • brak spotkań kilku drużyn w jednym pociągu. 	<ul style="list-style-type: none"> • dłuższe przerwy (mniejsza efektywność pracy), • większe prawdopodobieństwo spotkań znajomych maszynistów i konduktorów, co może skutkować zaniechaniem procedur (np. próby hamulca), • problemy z powrotem pracownika do gniazda macierzystego.

[Opracowanie własne].

brzegowych. Wiązą się z tym ściśle godziny i częstotliwość kursowania składów na danych trasach, do których zmiany muszą być dostosowane. Przy liniach docierających do granicy państwa należy zwrócić uwagę, w którym punkcie następuje zmiana drużyny. Na początku służby następuje przejście pociągu, a na jej końcu zdanie. Składają się one z czynności administracyjnych w gnieździe konduktorskim oraz czynności wykonywanych przy składzie. W zależności od tego w jakim etapie obiegu znajduje się tabor, przejście i zdanie pociągu może mieć różny czas trwania. W przypadku, gdy pociąg zaczyna obieg, istnieje konieczność wykonania próby hamulca oraz dojścia drużyny do miejsca postoju składu. W przypadku zakończenia obiegu, drużyna musi zdać pociąg na grupie postojowej (jeśli taka na stacji istnieje) i mieć czas na dojście do gniazda. Jeżeli skład jest przejmowany lub zdawany bezpośrednio na stacji, to czasy przejścia / zdania są krótsze. Różnią się one w zależności od rozmieszczenia gniazd konduktorskich i posterunków ruchu w obrębie stacji.

Korzystne jest powiązanie obiegów taboru (model obiegowy) z chronometrażem pracy drużyn. W ten sposób eliminuje się przesiadki, które z powodu opóźnienia mogą nie dojść do skutku. Nie zawsze jest jednak możliwe całkowite powiązanie obiegu z drużyną w taki sposób, aby służba zakończyła się w gnieździe macierzystym. W związku z tym dokonano analizy opóźnień pociągów wybranego przewoźnika kolejowego, wyznaczając dystrybuantę empiryczną opóźnień, której wartość 0,95 odpowiadająca opóźnieniu 25 minut została przyjęta za minimalny czas na przesiadkę. Wyróżniono także model liniowy (odcinkowy), który w połączeniu z modelem obiegowym tworzy system układania chronometrażu z ograniczoną możliwością przesiadek.

Gniazda konduktorskie podzielono na dwa typy: gniazda zlokalizowane na węzłach sieci kolejowej oraz gniazda na początku i końcu trasy. W przypadku wyznaczania sieci gniazd konduktorskich istotna jest liczba pociągów zaczynających i kończących bieg na danej stacji oraz analiza możliwości dowozu drużyn samochodem do danych punktów sieci. W przypadku pierwszych pociągów wyjeżdżających z określonej stacji na poranne kursy istotne jest to, ile pociągów

odjeżdża rano z tej stacji przed przyjazdem pierwszego pociągu, którym może przyjechać drużyna. W zależności od tego, musi być zapewniona odpowiednia liczba drużyn w tym punkcie.

W zależności od długości służby nocnej, można podjąć decyzję o dowiezieniu pracownika rano na pierwszy kurs z danej stacji. Do pojęcia jednoznacznej decyzji, w artykule zaproponowano wzory do obliczeń kosztu dowozu pracownika i kosztu zmiany nocnej. O organizacji gniazda w danym punkcie decyduje liczba pracowników zaczynających i kończących tam pracę. Założenie gniazda to duży koszt początkowy w porównaniu z dowożeniem pracowników samochodem służbowym.

Literatura

1. Basiewicz T. (red.): *Przystosowanie kolei do zwiększonych szybkości i dużych przewozów*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1969.
2. Bešinovic N. et.al.: *An integrated micro-macro approach to robust railway timetabling*, Transportation Research Part B 87, 2016, pp. 14–32.
3. Instrukcja o prowadzeniu ruchu pociągów Ir-1 (R-1), PKP Polskie Linie Kolejowe S.A, Warszawa, 2017.
4. Kołodkiewicz B., Kołodziejowski K.: *Informatyzacja rozkładu czasu pracy drużyn trakcyjnych*, TTS Technika Transportu Szynowego, 1999 nr 7/8, s. 68–72.
5. Policella N.: *Scheduling with uncertainty: a proactive approach using partial order schedules*, PhD thesis, Dipartimento di Informatica e Sistemistica, Università degli Studi di Roma, Rome, Italy, 2005.
6. Sahin G., Yüceoglu B.: *Tactical crew planning in railways*, Transportation Research Logistic, Part E 47, 2011, pp. 221–243.
7. Suyabatmaz A.C., Sahin G.: *Railway crew capacity planning problem with connectivity of schedules*, Transportation Research Part E 84, 2015, pp. 88–100.
8. Ustawa z dnia 10 czerwca 2016 r. o delegowaniu pracowników w ramach świadczenia usług. Tekst jednolity, Dz.U. 2018 poz. 2206.
9. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy. Tekst jednolity, Dz.U. 2019 poz. 1040.