

ZAŁOŻENIA DO PROGNOZOWANIA WPLYWU KOLEJOWYCH ROBÓT BUDOWLANYCH NA RUCH POCIĄGÓW¹

Damian KOSICKI

Politechnika Poznańska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Modernizacja linii kolejowych jest związana z tymczasowymi zamknięciami torowymi i utrudnieniami w ruchu pociągów. Obecnie w Polsce dyskusja o wpływie realizacji robót na ruch pociągów skupia się na argumentach opisowych, unikając posługiwania się skwantyfikowanymi parametrami, co utrudnia obiektywne porównywanie różnych wariantów realizacji robót. W niniejszym artykule zaproponowano najważniejsze założenia do prognozowania wpływu kolejowych robót budowlanych na ruch pociągów w ujęciu liczbowym.

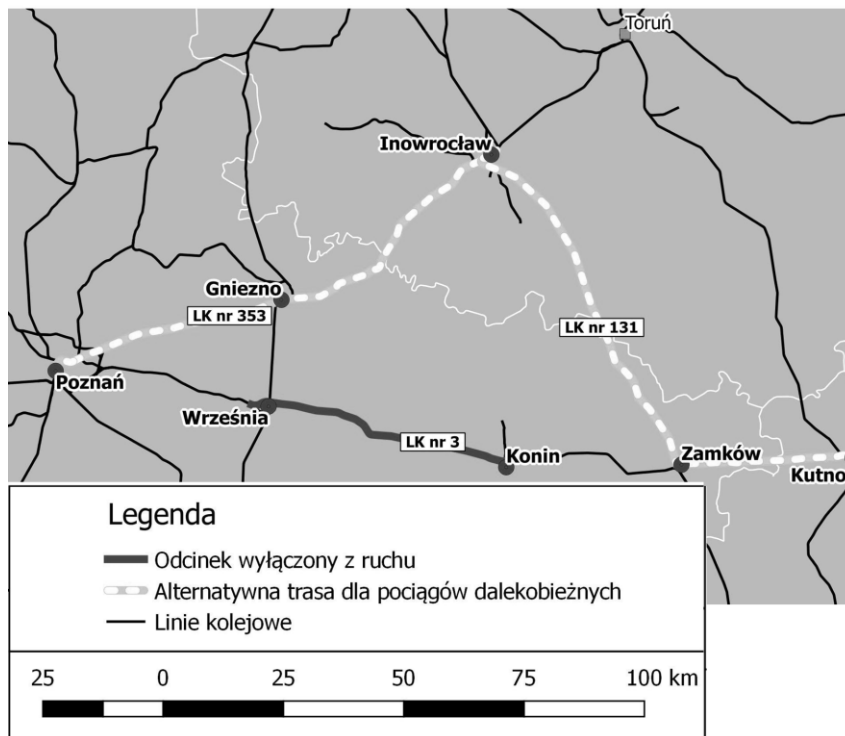
Słowa kluczowe: zamknięcia torowe, kolejowe roboty budowlane, ruch pociągów.

1. WSTĘP

Projekt modernizacji linii kolejowej E-20 na odcinku Warszawa – Poznań (kontrakt na tzw. „pozostałe roboty”), który w roku 2017 wszedł w fazę realizacji, wywołał burzliwą dyskusję nad wpływem wykonywania kolejowych robót budowlanych na utrudnienia w ruchu pociągów [11-14, 21]. Trwające obecnie (wrzesień 2017 r.) dwutorowe zamknięcie linii na odcinku Podstolice – Konin wymusiło zastąpienie pociągów regionalnych pomiędzy Koninem i Wrześnią zastępczą komunikacją autobusową. W ruchu dalekobieżnym pociągi kursują trasą objazdową z wykorzystaniem linii kolejowej nr 131 i 353 przez Inowrocław (rys. 1), co wydłużyło czas podróży pomiędzy Poznaniem a Warszawą z około 2,5 do 3,5 godziny [16]. Tak znaczne utrudnienia w ruchu pociągów pasażerskich, ale również istotne dla ruchu towarowego ograniczenie przepustowości sieci kolejowej, prowokują pytania o zasadność wprowadzenia całkowitego zamknięcia linii zamiast realizacji robót w trakcie zamknięć jednotorowych z utrzymaniem przejezdności linii.

Dyskusja na ten temat prowadzona jest przede wszystkim z wykorzystaniem argumentów opisowych (np. zamknięcie dwutorowe pozwoli na znaczne skrócenie czasu realizacji inwestycji), z unikaniem podawania parametrów liczbowych (np. ile wyniesie sumaryczne wydłużenie czasu jazdy pasażerów w trakcie całej inwestycji prowadzonej w zamknięciach jednotorowych, a ile w zamknięciach dwutorowych?).

¹ DOI 10.21008/j.1897-4007.2017.25.15



Rys. 1. Zamknięcia torowe i trasa objazdowa dla pociągów dalekobieżnych w trakcie realizacji I etapu modernizacji linii kolejowej E-20

Tymczasem w ostatnich latach w wielu badaniach naukowych rozwijane są metody, które pozwalają nie tylko prognozować wpływ robót na ruch pociągów w ujęciu skwantyfikowanym, ale również wspomagają takie planowanie robót, które minimalizuje utrudnienia w ruchu (problem formułowany jest w postaci zagadnienia optymalizacyjnego) [1, 2, 4, 8, 10]. Przedstawiane w literaturze przypadki odnoszą się jednak głównie do krótkich robót utrzymaniowych (np. podbijanie toru) realizowanych w zamknięciach kilkugodzinnych. Wstępna możliwość ich zastosowania również w przypadku robót remontowych realizowanych w zamknięciach całodobowych, na uproszczonym przykładzie, została przedstawiona w artykule [6].

W niniejszym artykule zaproponowano zbiór założeń do metody prognozowania wpływu kolejowych robót budowlanych na ruch pociągów, która obejmowała by ogół występujących w praktyce przypadków i parametrów (w odróżnieniu od uproszczonego modelu zaprezentowanego w [6]).

2. ZAŁOŻENIA OGÓLNE

Rozważana metoda powinna umożliwiać prognozowanie wpływu wykonywania kolejowych robót budowlanych na ruch pociągów przy następujących ogólnych założeniach:

- Metoda powinna mieć zastosowanie do dowolnego zakresu kolejowych robót budowlanych o różnej technologii, prowadzonych na linii kolejowej o dowolnych parametrach i dowolnym ruchu pociągów. W tym celu wszystkie zastosowane algorytmy powinny odwoływać się do zbioru danych wejściowych, a zdefiniowanie zbioru danych wejściowych pozwalać będzie na analizę konkretnego przypadku;
- Należy w szczególności umożliwić analizę porównawczą robót prowadzonych w zamknięciach: jedno- lub dwutorowych na linii dwutorowej;
- Metoda powinna umożliwić porównywanie zaproponowanych wariantów realizacji robót, ale również, wykorzystując techniki optymalizacyjne, wspomagać kształtowanie nowych wariantów realizacji robót, osiągających ekstremum założonej funkcji celu (np. alternatywny sposób koordynacji robót na sąsiednich odcinkach);
- W przypadku inwestycji modernizacyjnych, w wyniku których parametry eksploatacyjne linii kolejowej ulegają znacznej poprawie, istotnym zagadnieniem jest intensywność wykonywania kolejowych robót budowlanych – większa intensywność może skutkować większymi utrudnieniami w ruchu pociągów, ale jednocześnie pozytywne rezultaty prac (np. w postaci skrócenia czasu przejazdu) osiągane są szybciej [7]. Aby uwzględnić opisywane zjawisko, opracowana metoda powinna uwzględniać sumaryczny wpływ robót na ruch pociągów w całym analizowanym przedziale czasowym;
- Parametrami ilościowymi, pozwalającymi na ocenę i porównanie różnych wariantów realizacji robót, mogą być: koszty wykonania robót (zależne np. od całkowitego czasu realizacji kontraktu, dostępnych długości frontów robót, czy konieczności prowadzenia prac w godzinach nocnych), koszty utrudnień ruchowych spowodowanych realizacją robót (wydłużenie czasu przejazdu, konieczność odwołania wybranych pociągów lub skierowania ich na trasę objazdową), korzyści wynikające z zakończenia robót (osiągane wcześniej w przypadku krótszego całkowitego czasu realizacji kontraktu);
- Planowanie robót budowlanych odbywa się w różnych przedziałach czasowych [15] (planowanie długoterminowe, okresowe i tygodniowe [20]), dla których zasadne jest zróżnicowanie stopnia szczegółowości analiz. Metoda badawcza powinna, poprzez zmianę przedziału czasowego, umożliwiać prowadzenie analiz z różnym stopniem szczegółowości.

3. ZBIÓR DANYCH WEJŚCIOWYCH

Analizując proces przygotowania inwestycji, a także zagadnienia prowadzenia ruchu pociągów podczas zamknięć torowych, zaproponowano uwzględnić zbiór danych wejściowych obejmujących trzy grupy:

- dane dotyczące analizowanego obszaru sieci kolejowej,
- dane dotyczące kolejowych robót budowlanych,
- dane dotyczące ruchu pociągów.

W ramach danych dotyczących analizowanego obszaru sieci kolejowej wskazano następujące elementy:

- układ sieci kolejowej na analizowanym obszarze wraz z lokalizacją posterunków ruchu i punktów handlowych w stanie istniejącym,
- zmiany w układzie sieci kolejowej po realizacji rozważanej inwestycji (np. zastąpienie stacji kolejowej przystankiem osobowym, dobudowa dodatkowej mijanki na linii jednotorowej),
- prędkości maksymalne, ograniczenia prędkości, ograniczenia nacisków w stanie istniejącym i po realizacji rozważanej inwestycji,
- przepustowość sieci kolejowej w stanie istniejącym i po realizacji rozważanej inwestycji, zależna od prędkości maksymalnych, lokalizacji posterunków ruchu, urządzeń sterowania ruchem kolejowym itd.,
- liczba torów na posterunkach zapowiadawczych i szlakach oraz układ połączeń rozjazdowych w stanie istniejącym i po realizacji rozważanej inwestycji,
- lokalizacja krawędzi peronowych na stacjach w stanie istniejącym i po realizacji inwestycji,
- elektryfikacja odcinków linii kolejowych.

W zbiorze danych dotyczących kolejowych robót budowlanych zaproponowano uwzględnienie następujących elementów:

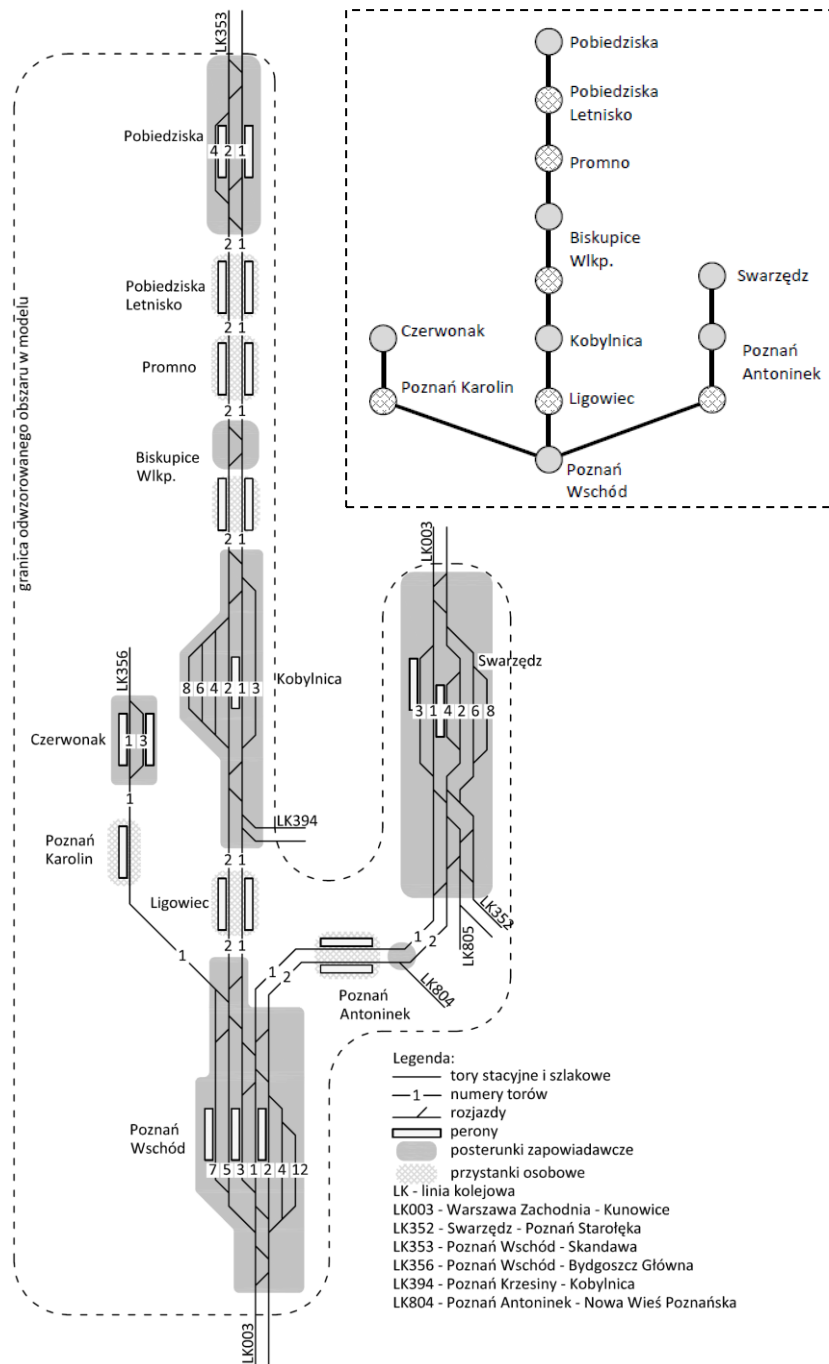
- założony zbiór robót do wykonania na określonych odcinkach (np. wymiana nawierzchni kolejowej od km ... do km ..., remont przejazdu w km ...),
- założona kolejność realizacji robót, wynikająca z przyjętej technologii,
- ograniczenia prędkości w torach sąsiadujących z miejscem prowadzenia robót, wynikające z technologii i konieczności zapewnienia bezpieczeństwa robotników,
- ograniczenia przepustowości wynikające z wprowadzenia zamknięć torowych (w ujęciu dobowym lub godzinowym, w zależności od stopnia szczegółowości analizy),
- minimalny, łączny czas zamknięć torowych niezbędny do realizacji założonych robót budowlanych, uzależniony od technologii robót, zasobów sprzętowych i kadrowych wykonawcy robót itp. (ten parametr będzie występował jako dana wejściowa, tylko jeżeli harmonogram zamknięć torowych ma być w modelu zmienną decyzyjną),

- harmonogram zamknięć torowych (jeżeli nie ma być on przedmiotem optymalizacji),
 - zależność kosztu wykonania robót od czasu realizacji inwestycji, dostępnych frontów robót itp.
- W zbiorze danych dotyczących ruchu pociągów wskazano następujące elementy:
- zbiór pociągów do wytrasowania w analizowanym przedziale czasu,
 - zbiór kolejnych posterunków zapowiadawczych na trasie pociągu wraz z określeniem minimalnego czasu postojów handlowych,
 - zbiór alternatywnych tras objazdowych w przypadku wprowadzenia zamknięcia całkowitego linii,
 - prędkość maksymalna pociągów (wynikająca z parametrów taboru),
 - rozkład jazdy pociągów przed rozpoczęciem robót oraz dopuszczalne zmiany godzin kursowania pociągu w trakcie realizacji robót, określone przez przewoźnika lub organizatora transportu,
 - koszty wydłużenia / skrócenia czasu jazdy pociągów różnej kategorii; koszty odwołania pociągów.

4. ODWZOROWANIE INFRASTRUKTURY

W odwzorowaniu infrastruktury na potrzeby prognozowania wpływu robót na ruch pociągów zaproponowano wykorzystanie dwóch modeli – szczegółowego i zagregowanego. W modelu szczegółowym odwzorowane zostaną punkty eksploatacyjne (do których zaliczają się posterunki ruchu i punkty handlowe [3]), układy torowe szlaków i posterunków ruchu (liczba torów i połączenia rozjazdowe pomiędzy nimi), lokalizacja krawędzi peronowych. Na posterunkach ruchu odwzorowane zostaną wyłącznie tory główne (zasadnicze i dodatkowe), ponieważ tylko po nich odbywają się jazdy pociągowe, które są uwzględniane w rozkładzie jazdy pociągów.

Model zagregowany będzie miał postać grafu o wierzchołkach w punktach eksploatacyjnych i krawędziach reprezentujących szlaki łączące kolejne posterunki. Model ten nie daje szczegółowych informacji o układach torowych poszczególnych posterunków i szlaków. Oba modele zostaną ze sobą powiązane poprzez przypisanie do każdego toru szlakowego w modelu szczegółowym odpowiedniej krawędzi grafu w modelu zagregowanym. Podobnie do każdego toru stacyjnego zostanie przypisany odpowiedni wierzchołek grafu. Model zagregowany jest niezbędny przede wszystkim do zdefiniowania trasy pociągu jako następstwa kolejnych punktów eksploatacyjnych oraz kontroli zajmowania odpowiedniej liczby torów szlakowych i stacyjnych (pociąg pokonujący trasę z punktu A do B porusza się tylko po jednym torze szlakowym AB). Model szczegółowy pozwoli natomiast bezpośrednio odwzorować wpływ robót na ruch pociągów (ograniczenia prędkości w sąsiedztwie robót prowadzonych w sąsiednim torze, ograniczenia przepustowości wskutek zamknięć torowych). Przykład odwzorowania tego samego obszaru sieci kolejowej w modelu szczegółowym i zagregowanym przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Przykład modelu szczegółowego i zagregowanego analizowanego obszaru sieci kolejowej

Należy także zaznaczyć, że każdy z modeli powinien odwzorowywać dwa stany infrastruktury – sprzed rozpoczęcia robót i po ich zakończeniu. Jeżeli odwzorowywany będzie większy obszar sieci kolejowej, to wraz z postępem robót dodatkowo będą występować różne kombinacje tych stanów na różnych odcinkach robót.

5. ODWZOROWANIE ROBÓT BUDOWLANYCH

Wykonywanie robót budowlanych na danym torze kolejowym wiąże się z koniecznością wprowadzenia zamknięcia torowego [5]. W tym czasie tor jest niedostępny dla ruchu pociągów. Ponadto dla niektórych prac wymagane może być zamknięcie obu torów szlakowych na linii dwutorowej (na przykład wyładunek materiałów sypkich z sąsiedniego toru). W trakcie prac na linii dwutorowej w torze sąsiednim mogą być wprowadzane ograniczenia prędkości [18]. Zakończenie robót na danym odcinku może natomiast skutkować zwiększeniem prędkości maksymalnej i w rezultacie skróceniem czasu przejazdu pociągów, nie wcześniej jednak niż po uwzględnieniu w bazie POS (Prowadzenie Opisu Sieci) i rozkładzie jazdy zmienionych parametrów eksploatacyjnych odcinka, a zatem po wprowadzeniu aktualizacji rocznego rozkładu jazdy lub zastępczego rozkładu jazdy (5 razy w roku [17]).

Założenie osiągnięcia docelowej prędkości maksymalnej po zakończeniu zasadniczych robót jest obecnie zgodne z wymaganiami stawianymi przez PKP PLK S.A. wykonawcom robót – według Instrukcji Id-114 [19] roboty należy prowadzić w technologii umożliwiającej osiągnięcie docelowej prędkości drogowej na etapie odbioru eksploatacyjnego (np. przy wymianie nawierzchni kolejowej wymaga to zagęszczenia podsypki tłuczniowej od czoła podkładów, zastosowania stabilizatora dynamicznego, czy regulacji naprężeń w torze bezстыkowym [19]).

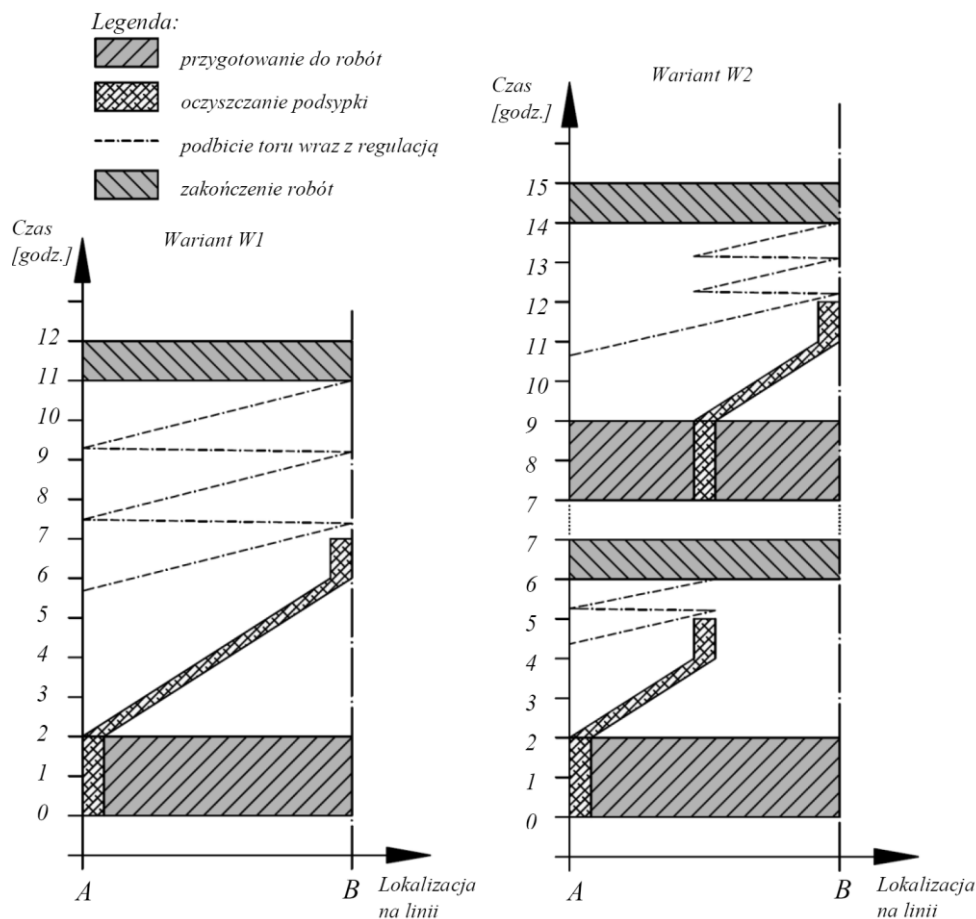
Jeżeli harmonogram robót i związany z nim harmonogram zamknięć torowych ma być zmienną decyzyjną podczas analizy, to konieczne jest przyjęcie dalszych założeń.

W czasie zamknięcia torowego można wyróżnić trzy etapy [9]:

- etap 1 – przygotowanie do robót,
- etap 2 – wykonywanie robót budowlanych,
- etap 3 – zakończenie robót.

Znając specyficzne uwarunkowania konkretnej linii kolejowej (układ torowy, urządzenia sterowania ruchem kolejowym, lokalizacja punktów składowania materiałów budowlanych, możliwości dowozu materiałów do miejsca robót itp.), a także przyjętą technologię robót oraz zasoby sprzętowe i kadrowe wykonawcy, można oszacować niezbędny czas zamknięcia na wykonanie robót budowlanych w torze (etap 2). Czas ten można nazwać efektywnym czasem zamknięcia. Pozostały czas zamknięcia niezbędny dla przygotowania do robót oraz zakończenia robót (etap 1 i 3) jest nieefektywnym czasem zamknięcia. Nieefektywny czas zamknięcia toru jest zależny od liczby zamknięć, w czasie których wykonywane będą roboty budowlane, co przedstawia rysunek 3. W zaprezentowanym przykładzie roboty polegające na oczyszczeniu podsypki tłuczniowej i podbiciu toru wraz z regulacją

w planie i profilu mogą być zrealizowane w trakcie jednego 12-godzinnego zamknięcia (wariant W1), ale ich podział na dwa zamknięcia (W2) skutkuje wydłużeniem nieefektywnego czasu zamknięć (z 3 do 6 godzin) – w rezultacie wykonanie tych samych robót wymaga łącznie 15 godzin zamknięć.



Rys. 3. Przykład porównania niezbędnego czasu zamknięcia torowego do realizacji tego samego zakresu robót w jednym zamknięciu (wariant W1) i w dwóch zamknięciach (W2)

6. ODWZOROWANIE RUCHU POCIĄGÓW

Rozkład jazdy pociągów określony jest poprzez zaplanowane godziny przyjazdu i odjazdu pociągów z poszczególnych punktów eksploatacyjnych na jego trasie (reprezentowanych przez wierzchołki grafu w modelu zagregowanym). Rozkład jazdy przed rozpoczęciem robót jest znany, ale w rozpatrywanym przedziale czasowym ulega zmianom ze względu na:

- wprowadzanie zamknięć torowych, skutkujących koniecznością skierowania pociągów na inne, czynne tory szlakowe i stacyjne lub na trasy objazdowe,
- zmniejszenie przepustowości linii kolejowej w czasie zamknięć torowych, skutkujących koniecznością odwołania wybranych pociągów lub skierowania ich na trasy objazdowe,
- wprowadzanie ograniczeń prędkości na torach sąsiadujących z miejscem robót, ze względu na technologię prowadzenia prac i bezpieczeństwo pracowników, co spowoduje wydłużenie czasów przejazdu,
- zmiany parametrów eksploatacyjnych linii kolejowych wskutek zakończenia robót zrealizowanych we wcześniejszych fazach (np. likwidacja ograniczeń prędkości wynikających ze złego stanu nawierzchni kolejowej i podtorza, zwiększenie prędkości drogowej), co spowoduje skrócenie czasów przejazdu.

Należy zatem zauważyć, że zmiany rozkładu jazdy będą ściśle powiązane z harmonogramem realizacji robót.

Dla wszystkich pociągów można ponadto rozważyć dopuszczalne zmiany rozkładu jazdy w stosunku do rozkładu oryginalnego (sprzed rozpoczęcia robót), akceptowalne przez przewoźnika lub organizatora transportu. Na przykład jeżeli wskutek zamknięcia torowego na linii, na której pociągi regionalne kursują z częstotliwością 30-minutową, jeden pociąg musiałby zostać opóźniony o 25 minut, to zasadne może być jego odwołanie.

Zasadne jest także przyjęcie założenia, że stopień szczegółowości rozważanego rozkładu jazdy powinien być zależny od analizowanego horyzontu prognozy. Na przykład w planowaniu długoterminowym wystarczające będzie porównywanie dobowej przepustowości z planowaną liczbą pociągów (za wyjątkiem krytycznych punktów sieci kolejowej), bez określania szczegółowych godzin przyjazdu i odjazdu pociągów z poszczególnych punktów eksploatacyjnych. Szczegółowa analiza rozkładu jazdy może być jednak zasadna np. w planowaniu tygodniowym

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W niniejszym artykule opisano najważniejsze założenia do prognozowania wpływu kolejowych robót budowlanych na ruch pociągów. Kluczowym zagadnieniem jest właściwe odwzorowanie relacji zachodzących pomiędzy parametrami infrastruktury a realizacją robót budowlanych i ruchem pociągów.

W trakcie realizacji robót budowlanych wprowadzane są stopniowo ograniczenia eksploatacyjne na kolejnych odcinkach (zamknięcia torowe, ograniczenia prędkości), które wraz z postępem robót ustępują miejsca polepszaniu parametrów eksploatacyjnych infrastruktury. Prowadzenie ruchu pociągów podczas zamknięć torowych może wymagać okresowego wydłużenia czasu przejazdu, zmiany trasy przejazdu lub konieczności odwołania wybranych pociągów. Zakończenie robót na danym odcinku pozwala jednak na osiągnięcie korzyści z polepszenia parametrów eksploatacyjnych, jeszcze przed zakończeniem realizacji kontraktu.

Opisane w niniejszym artykule założenia są obecnie wykorzystywane przez autora do uzupełnienia uproszczonego modelu zaprezentowanego w [6].

LITERATURA

- [1] Albrecht A.R., Panton D.M., Lee D.H., Rescheduling rail networks with maintenance, *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 2013, 3 (3), s. 111–123.
- [2] Caetano L., Teixeira P., Availability approach to optimizing railway track renewal operations, *Journal of Transportation Engineering* 2013, 139, s. 941–948.
- [3] Drogi kolejowe, red. Sysak J., Warszawa, PWN 1986.
- [4] Forsgren M., Aronsson M., Gestrelus S., Maintaining tracks and traffic flow at the same time, *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 2013, 3 (3), s. 111–123.
- [5] Kędra Z., *Technologia robot torowych*, Gdańsk, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej 2015.
- [6] Kosicki D., Plucińska E., Minimising rail traffic disruptions during tracks renewal and modernization, in: *Conference Proceedings “Transport Problems, V International Symposium of Young Researchers”*, Katowice, 27-28 czerwca 2016, s. 718-727.
- [7] Kosicki D., Wpływ koordynacji robót budowlanych na linii kolejowej na wielkość utrudnień ruchowych, in: *Materiały V Międzynarodowej Konferencji Naukowej: Najnowsze Technologie w Transporcie Szynowym (Advanced Rail Technologies)*, Warszawa 9-10 listopada 2016, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, s. 81-82.
- [8] Lidén T., Joborn M., An optimization model for integrated planning of railway traffic and network maintenance, *Transportation Research Part C*, 2017, 74, s. 327-347.
- [9] Lidén T., Joborn M., Dimensioning windows for railway infrastructure maintenance: Cost efficiency versus traffic impact, *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 2016, 6, s. 32-47.
- [10] Lidén T., Railway infrastructure maintenance - a survey of planning problems and conducted research, in: *18th Euro Working Group on Transportation, EWGT 2015, 14–16 July 2015, Delft, The Netherlands, Transport. Res. Proc.*, vol. 10C, s. 574–583.
- [11] Madrjas J., Modernizacja E20 – rosnące wątpliwości cz. 1, [online] *Rynek Kolejowy*, 08.05.2017, [dostęp 01.09.2017], dostępny w Internecie: <http://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/modernizacja-e20--rosnace-watpliwosci-cz1-81579.html>.
- [12] Madrjas J., Modernizacja E20: Eksperci PLK o wątpliwościach, [online] *Rynek Kolejowy*, 10.05.2017, [dostęp 01.09.2017], dostępny w Internecie: <http://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/modernizacja-e20-eksperci-plk-o-watpliwosciach-81622.html>.
- [13] Majewski J., Modernizację E20 Warszawa – Poznań róbmy efektywnie, a nie efektownie, [online] *Rynek Kolejowy*, 28.12.2016, [dostęp 01.09.2017], dostępny w Internecie: <http://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/prokolej-modernizacje-e20-warszawa--poznan-robmy-efektywnie-a-nie-efektownie-79629.html>.
- [14] Massel A., Dlaczego (i jak) warto modernizować E20?, [online] *Rynek Kolejowy*, 08.05.2017, [dostęp 01.09.2017], dostępny w Internecie: <http://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/massel-dlaczego-i-jak-warto-modernizowac-e20-81594.html>.
- [15] Peng F., Ouyang Y., Optimal clustering of railroad track maintenance jobs, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 2014, 29, s. 235-247.
- [16] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., *Sieciowy Rozkład Jazdy Pociągów ważny od 03 IX 2017 do 14 X 2017*.

- [17] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Terminarz obowiązywania zmienionej organizacji ruchu pociągów oraz przygotowania i publikacji rozkładu jazdy pociągów 2016/2017, Załącznik 5.2 do Regulaminu przydzielania tras pociągów i korzystania z przydzielonych tras pociągów przez licencjonowanych przewoźników kolejowych w ramach rozkładu jazdy pociągów 2016/2017.
- [18] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1. Tekst ujednolicony, Warszawa, 2005.
- [19] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warunki techniczne wykonania i odbioru robót nawierzchniowo-podtorzowych Id-114. Załącznik do uchwały Nr 124/2016 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 9 lutego 2016 r., Warszawa, 2016 r.
- [20] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Zasady organizacji i udzielania zamknięć torowych Ir-19, Załącznik do zarządzenia Nr 36/2015 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 28 lipca 2015 r.
- [21] Rydzynski P., 2 lata kolejowych objazdów między Warszawą a Poznaniem, [online] Rynek Kolejowy, 05.08.2016, [dostęp 01.09.2017], dostępny w Internecie: <http://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/2-lata-kolejowych-objazdow-miedzy-warszawa-a-poznaniem-77680.html>.

ASSUMPTIONS FOR PREDICTING CONSTRUCTION WORKS' INFLUENCE ON RAIL TRAFFIC

Summary

Modernization of railway lines require temporary track closures (possessions) and rail traffic disruptions. Currently in Poland a discussion about an impact of railway construction works on rail traffic is based on descriptive arguments, which makes it difficult to compare objectively different variants of works arrangement. This paper proposes the most important assumptions of a method for predicting the influence of construction works on rail traffic in numerical terms.

Keywords: track possessions, railway construction works, rail traffic.

Dane autora:

Mgr inż. Damian Kosicki

Politechnika Poznańska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Instytut Inżynierii Lądowej, Zakład Budowy Mostów i Dróg Kolejowych

e-mail: damian.kosicki@put.poznan.pl

telefon: +48 61 665 2431