

Andrzej Wolfenburg

Nowy graficzny system tworzenia wykresów ruchu pociągów

W artykule przedstawiono opis i przykład wykorzystania systemu z nowym interfejsem graficznym, opracowanego przez autora na zlecenie Instytutu Kolejnictwa, do projektowania wykresów ruchu pociągów. Istotnym jest możliwość zastosowania systemu do tworzenia cyklicznych rozkładów jazdy. System pozwala zdefiniować do 100 par tras bazowych pociągów różnych rodzajów, każda w 20 wariantach do utworzenia do 20 wariantów wykresów ruchu dla jednego odcinka linii. Liczba odcinków linii jest ograniczona jedynie pojemnością pamięci masowej komputera.

System projektowania wykresów ruchu pociągów powstał na przełomie lat 2010/2011 na zlecenie Zakładu Dróg Kolejowych i Przewozów Instytutu Kolejnictwa w Warszawie. System został wyposażony w nowoczesny interfejs graficzny, którego nie posiadają systemy obecnie eksploatowane, dzięki czemu prace projektowe rozkładów jazdy uległyby znacznemu uproszczeniu i przyspieszeniu. W artykule zostanie przedstawiony przykład działania systemu projektowania oraz zamierzenia autora dotyczące przyszłych udoskonaleń i rozwoju systemu.

Przykład tworzenia wykresu ruchu

Działanie systemu zostanie przedstawione na przykładzie jego zastosowania do zaprojektowania rozkładu cyklicznego dla części doby dla pociągów Regio złożonych z dwóch jednostek elektrycznych EN57 na odcinku linii Kluczbork – Wrocław Gł. Dane o infrastrukturze linii oraz czasach jazdy dla tych pociągów zaczerpnięto ze służbowego rozkładu jazdy (dla jednego z ubiegłych lat) i są przedstawione na rysunkach 1 i 2. Utworzony rozkład jazdy będzie można porównać z przedstawionym.

Na rysunku 3 pokazano pierwsze okno systemu. Okno to służy do wprowadzenia danych o linii oraz definiuje podstawowe parametry trasy dla pary bazowych tras pociągu parzystego i nieparzystego wybranej kategorii.

Następnie należy wprowadzić następujące dane dotyczące posterunków ruchu i parametrów cyklu i jego dwóch możliwych podokresów oraz danych pociągów definiowanych kategorii, a także sposobów zobrazowania tras na wykresie. Po naciśnięciu drugiego przycisku *Akceptuj* pojawi się lista z polami na dane i polami wyboru dla posterunkami ruchu, którą należy wypełnić następującymi danymi, dotyczącymi: istniejącej blokady samoczynnej, szlaków jednotorowych, odległościami, nazwami posterunków i typami posterunków wybranymi z listy. Nie wypełnia się pozostałych pól dotyczących czasów jazdy i postojów dla pociągów danego rodzaju, lecz poprzez naciśnięcie przycisku *Bazowy niep.* lub *Bazowy parz.* należy przejść do okna projektowania trasy bazowej pociągu nieparzystego lub parzystego dla wybranego rodzaju pociągu.

Okno to, wypełnione opisanymi danymi z zaprojektowaną trasą, przedstawiono na rysunku 4. Zawiera ono dualny interfejs, niespotykany w innych systemach projektowania wykresów ruchu pociągów. Dualny interfejs ma te właściwości, że umożliwia zmianę czasów jazdy i postojów, bądź przez użycie myszy na wy-

Rodzaj i numer trasy katalogowej (nazwa) oraz okres kursowania		ROPJr 119/8	ROPJr 121/0	ROPJr 123/2				
Nr zamówienia w systemie KWR		a)	b)	c)				
Relacja trasy katalogowej		Kluczbork- -Wrocław Główny	Kluczbork- -Wrocław Główny	Kluczbork- -Wrocław Główny				
Wymagany % masy hamującej/max prędkość		67 / 100	67 / 100	67 / 100				
Seria i obciążenie lokomotywy		2EN57	2EN57	2EN57				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
70.60	50	KLUCZBORK 70.12 R5,R307,M,OT,H,W24	8.31		10.31		12.31	
	60	Smardy Po po 74.71	36 ⁵	5 ⁵	36 ⁵	5 ⁵	36 ⁵	5 ⁵
		Wolezryn 82.17 R5,H,W24	45	8	45	8	45	8
		Wierzbitca Góra po 87.21 H	51 ⁵	6	51 ⁵	6	51 ⁵	6
		Domaszowice 94.27 R5,H,W24	9.00	8	11.00	8	13.00	8
		Gręboszów po 100.47 H	9.00 ⁵	7 ⁹	11.00 ⁵	7 ⁹	13.00 ⁵	7 ⁹
		Namysłów 106.47 R5,H	09	8 ⁵	09	8 ⁵	09	8 ⁵
		Wilków Namysl. po 111.09 H	09 ⁵	8 ⁴	09 ⁵	8 ⁴	09 ⁵	8 ⁴
		Bierutów 119.87 R5,H	16		16		16	
		Sołniki Wielkie po 124.59	17	6 ⁵	17	6 ⁵	17	6 ⁵
		OLEŚNICA 133.69 R5,M,OT,Rd1,H,PP	22 ⁵	5 ⁵	22 ⁵	5 ⁵	22 ⁵	5 ⁵
		Łukanów podg 137.02 R4,R5,H,PP	23	5 ¹	23	5 ¹	23	5 ¹
		Borowa Oleśnicka 141.72 R4,H,W24	32 ⁵		32 ⁵		32 ⁵	
			33	9 ⁵	33	9 ⁵	33	9 ⁵
120.70	50		39 ⁵	6 ⁵	39 ⁵	6 ⁵	39 ⁵	6 ⁵
			40	6 ³	40	6 ³	40	6 ³
			53	13	53	13	53	13
136.20	100		54	12 ⁵	54	12 ⁵	54	12 ⁵
			9.58 ⁴	4 ⁴	11.58 ⁴	4 ⁴	13.58 ⁴	4 ⁴
			10.02	3 ⁶	12.02	3 ⁶	14.02	3 ⁶
			10.02 ⁵	3 ³	12.02 ⁵	3 ³	14.02 ⁵	3 ³

a) (D) oprócz 2.V.06

b) kursuje do 31.III.06 codziennie; od 1.IV.06 codziennie w (F)

c) kursuje codziennie oprócz 25.26.XII.05,1.1.16,17.IV,1.2.3.V,15.VI,15.VIII,11.XI.06

Rys. 1. Dane o trasach pociągów ze służbowego rozkładu jazdy (pierwsza część)

Rodzaj i numer trasy katalogowej (nazwa) oraz okres kursowania		ROPJr 119/8	ROPJr 121/0	ROPJr 123/2				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
159.70	100	Długoleka 147.63 R4,H,W24	10.07		12.07		14.07	
		WR. PSIE POLE 153.74 R4,H,PP	10.07 ⁵	4 ⁵	12.07 ⁵	4 ⁵	14.07 ⁵	4 ⁵
		WR. SOLTYSOWICE 156.61 R4,H,W24	14	6 ⁵	14	6 ⁵	14	6 ⁵
		WR. SOLTYSOWICE 156.61 R4,H,W24	14 ⁵	6 ⁴	14 ⁵	6 ⁴	14 ⁵	6 ⁴
		WR. SOLTYSOWICE 156.61 R4,H,W24	17 ³		17 ³		17 ³	
		WR. SOLTYSOWICE 156.61 R4,H,W24	17 ⁷	2 ⁸	17 ⁷	2 ⁸	17 ⁷	2 ⁸
		Wrocław Nadodrze 160.54 R4,H,PP	21 ⁵		21 ⁵		21 ⁵	
		Wr. Popowice Wp3 podg 162.66 R1,H,ZS WP	22	3 ⁸	22	3 ⁸	22	3 ⁸
		Wr. Popowice Wp3 podg 162.66 R1,H,ZS WP	24 ⁹	2 ⁹	24 ⁹	2 ⁹	24 ⁹	2 ⁹
		Wr. Mikołaj. Wp2 pogp R1	26 ⁶		26 ⁶		26 ⁶	
		ROPJ 118		ROPJ 120		ROPJ 122		
		163.64/3.70 RT,H,PP,ZS WP	27 ¹	1 ⁷	27 ¹	1 ⁷	27 ¹	1 ⁷
		Grabiszyn podg 2.05 R1,RT,H	30 ⁸	3 ⁵	30 ⁸	3 ⁵	30 ⁸	3 ⁵
		WROCLAW GŁÓWNY 0.00 R7,R307,M,OT,Rd1,H	10.35		12.35		14.35	
				4 ²		4 ²		4 ²

Rys. 2. Dane o trasach pociągów ze służbowego rozkładu jazdy (druga część)

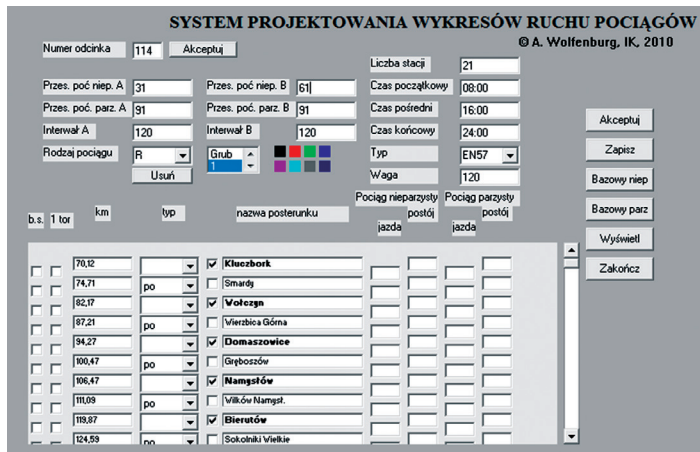
kresie graficznym, bądź przez wprowadzenie danych do pól dotyczących czasów jazdy czy postojów w tym samym oknie. Dane pokazywane w drugim widoku są natychmiast automatycznie uaktualniane. Ponadto czasy jazdy pociągów na szlakach są wyliczane automatycznie, bazując na długości szlaku, zadanej prędkości maksymalnej, przy uwzględnieniu wyliczonych czasów straconych na rozpędzanie i hamowanie zależnych od wprowadzonego typu jednostki napędowej i masy pociągu, co także jest charakterystyczne dla tego rozwiązania. Pola dotyczące zadanych czasów postojów dla kolejnych posterunków ruchu należy wypełnić w pierwszej kolejności, aby czasy traconych na rozpędzanie i hamowanie dla szlaków łączących te posterunki ruchu zostały poprawnie wyliczone.

Po wypełnieniu czasów postojów należy przystąpić do wyliczenia czasów jazdy dla poszczególnych szlaków. W tym celu nacisnąć przycisk *CzasJazdy/Zaokr* dla uaktywnienia automatycznego wyliczania czasów jazdy. Następnie, kolejno dla każdego szlaku w polu znajdującym się w górnej części ekranu, należy wybrać prędkość dla pociągu, uwzględniając jego prędkość maksymalną i dopuszczalną prędkość dla danego odcinka linii (jeżeli jest inna od wybranej dla poprzedniego szlaku). Ograniczenia stałe na niewielkiej części szlaku mogą zostać później uwzględnione poprzez ręczne wydłużenie czasów jazdy pociągu na tym szlaku. W następnym polu, za polem prędkości, należy wybrać wartość zaokrąglenia czasu jazdy (dla każdego szlaku może być inna). Wartość ta może wynosić 0,1 min, 0,5 min czy 1 min. Przy wybranych wymienionych wartościach prędkości i zaokrąglenia należy ustawić kursor na polu czasu jazdy i kliknąć lewym klawiszem myszy. Wyliczony czas jazdy (z ewentualnym uwzględnieniem czasu na hamowanie i rozpędzanie) zostanie wpisany do pola, którego kolor zmieni się na zielony. Czynności te należy powtórzyć dla wszystkich szlaków odcinka. Po wyliczeniu wartości czasów jazdy dla wszystkich szlaków trasy bazowej naciskamy przycisk *Wyświetl* i wtedy zaprojektowana trasa wyświetla się w postaci wykresu w sąsiednim oknie.

Od tego momentu możemy wykorzystać interfejs dualny, zmieniając wartości liczbowe czasów jazdy i postojów w prawej części ekranu, bądź wydłużając czy skracając czasy jazdy lub postojów. Dokonujemy tego poprzez najechanie kursorem myszy na linie trasy położonej na szlaku, na który wyjechał pociąg z danej stacji. Następnie przeciągamy całą linię wykresu od momentu odjazdu z tej stacji w prawo o dowolny interwał czasowy (wydłużając czas postoju), bądź w lewo (skracając czas postoju). Czas postoju przy takim przeciągnięciu linii wykresu nie może zostać zmniejszony poniżej zera.

Czasy jazdy pociągu na szlakach zmienia się także za pomocą myszy, ale w inny sposób. W tym celu w pole tekstowe obok przycisku *Wydłuż[m/10]* należy wpisać liczbę dziesiątych części minuty o które będzie wydłużał się (wpisana wartość dodatnia) lub skracał (wpisana wartość ujemna) czas jazdy pociągu na danym szlaku po każdym kliknięciu myszą linii wykresu ruchu dla tego pociągu na wybranym szlaku.

Po zakończeniu projektowania trasy bazowej zapisujemy ją pod numerem wariantu wybranego z rozwijanej listy znajdującej się w lewym dolnym rogu ekranu, poprzez użycie przycisku

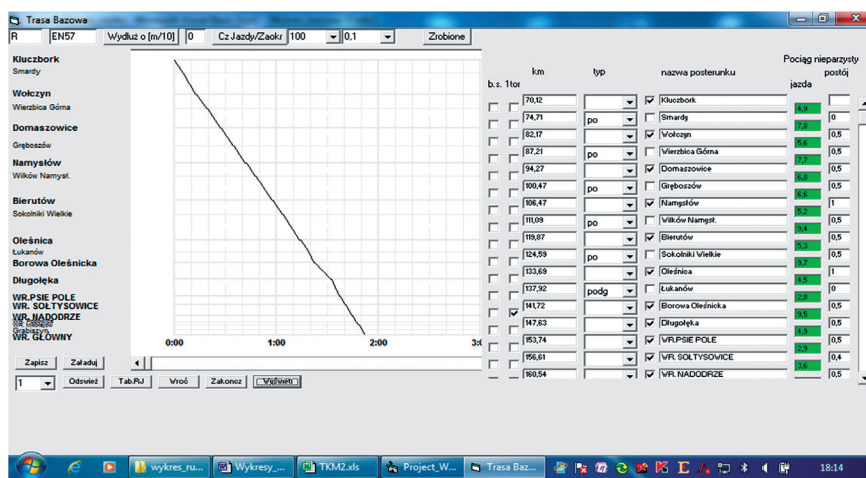


Rys. 3. Pierwsze okno programu z wpisanymi posterunkami ruchu, ich rodzajami i odległościami. Pola surowych czasów jazdy i postojów dla wpisanej kategorii R pociągu pozostały niewypełnione

Zapisz. Zapisany uprzednio wariant możemy załadować wybierając z listy numer wariantu i naciskając przycisk *Załaduj*. Opisane czynności możemy wykonywać niezależnie dla tras bazowych pociągów parzystych i nieparzystych. Przykładową trasę dla pociągów nieparzystych R zaprojektowano uwzględniając ograniczenie prędkości do 60 km/h od Kępna do podg Łukanów i 100 km/h od podg Łukanów do Wrocławia Gł. Ponadto jeden z torów szlakowych dla szlaku Borowa Oleśnicka – Długoleka został zamknięty na czas obowiązywania rozkładu jazdy, dlatego ruch pociągów odbywa się po jednym torze w odstępach międzystacyjnych z prędkością 40 km/h w obu kierunkach. Uwzględniono więc ograniczenie prędkości i zaznaczono pole wyboru *1tor* dla tego szlaku.

Po wyświetleniu danej trasy możemy ją przenieść do poprzedniego okna używając przycisku *Wróć*. Jeżeli zaprojektowaliśmy trasę bazową dla pociągów parzystych i nieparzystych, to czasy ich dotyczące zostaną wyświetlone w tym oknie. Sytuację taką przedstawiono na rysunku 5.

Bazową parę tras dla pociągów danego rodzaju możemy zapisać i załadować używając odpowiednio przycisków *Zapisz* i *Akceptuj*. Po zaprojektowaniu i zapisaniu kilku par tras dla pociągów pasażerskich różnego rodzaju (np. R, IR, IRE, EC, EIC, Ex, TLK) i towarowych wybieramy z listy (znajdującej się po etykiecie *Rodzaj pociągu*) jeden rodzaj trasy jako stanowiący kanwę wykresu



Rys. 4. Zaprojektowana trasa bazowa dla pociągów nieparzystych R (Regio)

su i naciskamy przycisk *Wyświetl*. Spowoduje to otwarcie okna przedstawionego na rysunku 6.

Na rysunku 6 przedstawiono wykresu ruchu z trasami pociągów R według uprzednio zadanych parametrów. Na wykresie tym wykryto kolizję między trasami pociągów na szlaku Borowa Ole-

śnicka – Długołęka, ze względu na zamknięcie jednego z torów. Wykres ten możemy modyfikować wykorzystując interfejs graficzny do uzyskania wykresu ostatecznego.

Możliwe modyfikacje wykresu ruchu, poprzez przesuwanie części wykresu myszą lub jego zaznaczanie, obejmują zmianę czasów postojów dla dowolnej trasy, zmianę długości czasów jazdy na szlaku, usunięcie dowolnej trasy, przywrócenie usuniętej trasy, podmianę dowolnej trasy na inną, dodanie nowej trasy pociągu i zmianę numeru pociągu na inny, dowolny.

Na rysunku 7 przedstawiono zmodyfikowany wykres ruchu z wykresu ruchu z rysunku 6 z następującymi zmianami:

- jedna z tras dla pociągu R została podmieniona na trasę pociągu IR (uprzednio zaprojektowaną, czego nie pokazano) o numerze 26123; pociąg IR składa się z jednego zespołu trakcyjnego EN57 o masie 123 t;
- została dodana nowa trasa pociągu IR o numerze 26121;
- numery pozostałych pociągów zostały zmienione;
- aby usunąć kolizję między trasami na szlaku Borowa Oleśnicka – Długołęka, wprowadzono modyfikacje czasów odjazdu niektórych pociągów z wymienionych stacji poprzez przesunięcia tras na wykresie przy wykorzystaniu interfejsu graficznego.

Zaprojektowany wykres można zapisać pod numerem wybranym z listy w lewym dolnym rogu ekranu i po naciśnięciu przycisku *Zapisz*, załadować go po wybraniu jego numeru z listy i użyciu przycisku *Załaduj*, Wykres można odświeżyć przez użycie przycisku *Odśwież* (gdy po przeprowadzonych operacjach zostały jakieś śmiecie na ekranie).

Po naciśnięciu przycisku *TabRJ* zostaną utworzone tabele służbowego rozkładu jazdy, oddzielnie dla pociągów nieparzystych i parzystych w dwóch formach: pliku tekstowego i pliku dla programu Excel. Zostają również wyliczone brutotonokilometry i pociągokilometry, oba sumarycznie i z podziałem na rodzaje pociągów i poszczególne szlaki.

Przycisk *Wróć* powoduje wyświetlenie poprzedniego okna, a *Zakończ*, kończy program.

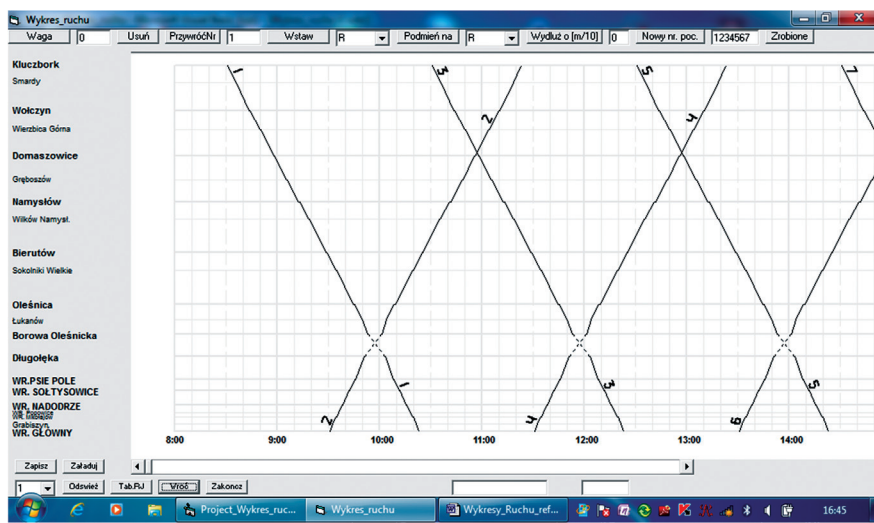
Na rysunku 8 przedstawiono wygenerowaną przez system tabelę służbowego rozkładu jazdy dla tego odcinka dla pociągów nieparzystych. Została również wygenerowana tabela z brutotonokilometrami, tabela z pociągokilometrami oraz wykres ruchu pociągów w formie graficznej.

Zakończenie

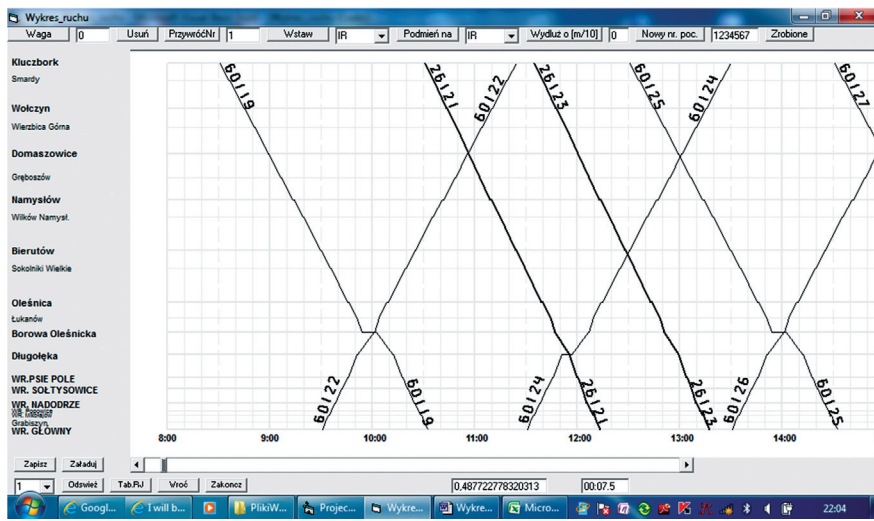
Przedstawiony w opracowaniu system będzie nadal rozwijany. Przede wszystkim wkrótce możliwe będzie tworzenie rozkładu jazdy dla

b.s.	1	tor	km	typ	nazwa posterunku	Pociąg nieparzysty postój	Pociąg parzysty postój	jazda	jazda
<input type="checkbox"/>			100,47	po	Gręboszów	6,8	0,5	6,8	0,5
<input type="checkbox"/>			106,47		<input checked="" type="checkbox"/> Namysłów	5,2	1	5,2	1
<input type="checkbox"/>			111,09	po	Wilków Namysł.	9,4	0,5	9,4	0,5
<input type="checkbox"/>			119,87		<input checked="" type="checkbox"/> Bierutów	5,3	0,5	5,3	0,5
<input type="checkbox"/>			124,59	po	Sokołniki Wielkie	9,7	0,5	9,7	0,5
<input type="checkbox"/>			133,69		<input checked="" type="checkbox"/> Oleśnica	4,5	1	4,5	1
<input type="checkbox"/>			137,92	podg	Lukanów	2,8	0	2,8	0
<input checked="" type="checkbox"/>			141,72		<input checked="" type="checkbox"/> Borowa Oleśnicka	9,5	0,5	9,5	0,5
<input checked="" type="checkbox"/>			147,63		<input checked="" type="checkbox"/> Długołęka	4,9	0,5	4,9	0,5
<input type="checkbox"/>			153,74		<input checked="" type="checkbox"/> WR.PSIE POLE	2,9	0,5	2,9	0,5

Rys. 5. Pierwsze okno programu z wypełnionymi czasami jazdy i postojów dla bazowej pary tras pociągów Regio (parzystych i nieparzystych)



Rys. 6. Kanwa wykresu ruchu z trasami pociągów R według zadanych parametrów



Rys. 7. Zaprojektowane trasy pociągów R i IR na odcinku linii Kluczbork – Wrocław Gł.

	R 60119	IR 26121	IR 26123	R 60125	R 60127	R 60129	R 60131	R 60133	R 60135
Kluczbork									
0	08.31.0	10.31.0	11.35.0	12.31.0	14.31.0	16.31.0	18.31.0	20.31.0	22.31.0
Smardy po	36.2			36.2	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2
4,59	36.7	35.9	39.9	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7
Wołczyn	44.8	43.7	4.7	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8
12,05	45.3	44.2	48.2	45.3	45.3	45.3	45.3	45.3	45.3
Wierzbica Górna po	50.9			50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9
17,09	51.4	49.5	53.5	51.4	51.4	51.4	51.4	51.4	51.4
Domaszowice	59.1			59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1
24,15	59.6	56.6	12.00.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6
Gręboszów po	09.06.4			13.06.4	15.06.4	17.06.4	19.06.4	21.06.4	23.06.4
30,35	06.9	11.02.8	06.8	06.9	06.9	06.9	06.9	06.9	06.9
Namysłów	13.5	09.1	13.1	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
36,35	14.5	10.1	14.1	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
Wilków Namysł. po	19.7			19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7
40,97	20.2	15.0	19.0	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Bierutów	29.6	24.1	28.1	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6
49,75	30.1	24.6	28.6	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1
Sokolniki Wielkie po	35.4			35.4	35.4	35.4	35.4	35.4	35.4
54,47	35.9	29.6	33.6	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9
Oleśnica	45.6	39.0	43.0	45.6	45.6	45.6	45.6	45.6	45.6
63,57	46.6	40.0	44.0	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6
Łukanów podg									
67,8	51.1	44.5	48.5	51.1	51.1	51.1	51.1	51.1	51.1
Borowa Oleśnicka	53.9			53.9	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9
71,6	10.02.5	46.8	50.8	14.02.5	16.02.5	18.02.5	20.02.5	22.02.5	00.02.5
Długołęka	12.0			12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
77,51	12.5	55.3	59.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
WR. PSIE POLE	17.5	59.8	13.03.9	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
83,62	18.0	12.00.3	04.4	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
WR. SOŁTYSOWICE	20.5			20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
86,49	21.0	02.8	06.8	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
WR. NADODRZE	24.5	05.3	09.7	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
90,42	25.0	05.8	10.2	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
WR. Popowice podg									
92,54	27.0	07.8	12.2	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
WR. Mikołajów pog	28.5	09.3	13.4	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
93,72	29.0	09.8	13.9	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
Grabiszyn podg									
95,37	30.5	11.3	15.6	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
WR. GŁÓWNY	10.32.5	12.13.3	13.17.3	14.32.5	16.32.5	18.32.5	20.32.5	22.32.5	00.32.5
97,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Rys. 8. Tabela służbowego rozkładu jazdy wygenerowana przez system

dużych fragmentów sieci kolejowej, a nie tylko dla oddzielnych odcinków linii. Drugim zamierzeniem autora jest zastosowanie opracowanej przez niego metody BBS (*Branch and Bound Simulation*) do optymalizacji tworzenia rozkładów jazdy poprzez maksymalizację prędkości handlowej pociągów, optymalny wybór stacji krzyżowań pociągów na liniach jednotorowych, minimalizujący czasy oczekiwania pociągów na pociągi przeciwnego kierunku, oraz na liniach dwu- i wielotorowych poprzez optymalny przydział torów stacyjnych i szlakowych w celu wykorzystania w pełni przepustowości linii, szczególnie w okresach zwiększonego natężenia ruchu.



Literatura

- [1] Massel A. (autor rozdziału Elementy inżynierii ruchu), *Budownictwo komunikacyjne*. WAT, Warszawa 2001, s. 17–49.
- [2] Wolfenburg A.: *Sposób wyznaczenia ciągu optymalnych decyzji dla sterowania ruchem wielu przemieszczających się obiektów zwłaszcza pociągów*. Urząd Patentowy RP, lipiec 2002, Zgłoszenie Pat. P354940, Biuletyn Urzędu Patentowego nr 4(761), (2003): 37.
- [3] Wolfenburg A.: *Sposób wyznaczenia ciągu optymalnych sterowań ruchem wielu przemieszczających się obiektów zwłaszcza pociągów*.

Urząd Patentowy RP, luty 2007, Zgłoszenie Pat. P381778, Biuletyn Urzędu Patentowego nr 17(904), (2008): 22.

- [4] Wolfenburg A.: *Zastosowanie symulacji dyskretnej do rozwiązania zadań optymalizacji*. Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Nr 83 Politechniki Wrocławskiej, (2007): 201–213.
- [5] Wolfenburg A.: *Metoda BBS i jej wykorzystanie do optymalnego harmonogramowania prac na maszynach*. Rozdział w monografii: *Modele symulacyjne i gry menedżerskie we wspomaganii decyzji w dydaktyce* (red.) Alicja Balcerak, Witold Kwaśnicki. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.
- [6] Wolfenburg A.: *System projektowania wykresów ruchu pociągów*. Praca wykonana na zlecenie Instytutu Kolejnictwa (niepublikowana), Warszawa 2010.
- [7] *R11 Instrukcja o rozkładzie jazdy pociągów*. PKP, Warszawa 1979.

Andrzej Wolfenburg
doc. dr inż. PWSZ w Gorzowie Wlkp
Instytut Techniczny; wolfenburg@hotmail.com