

MACIEJ HELBIN

mgr, Zarząd Komunikacji Miejskiej
w Gdyni, ul. Zakręt do Oksywi 10,
81-244 Gdynia, e-mail: m.helbin@
zkmgdynia.pl

OLGIERD WYSZOMIRSKI

prof. dr hab., Uniwersytet Gdański,
Katedra Rynku Transportowego,
ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824
Sopot, e-mail: o.wyszomirski@wp.pl

Wykorzystanie nowoczesnych technologii do kontroli usług przewozowych na przykładzie Zarządu Komunikacji Miejskiej w Gdyni¹

Streszczenie: Rozwijająca się technologia wkracza we wszystkie obszary ludzkiej działalności. Jednym z tych obszarów jest transport miejski. Pojazdy obsługujące duże miasta i aglomeracje coraz częściej wyposażone są w komputery pokładowe, czujniki GPS, systemy zliczania pasażerów czy też systemy nadzoru ruchu. Umożliwia to znacznie efektywniejszą organizację i zarządzanie usługami transportu miejskiego, w tym jego kontrolę. Kontrola jest jednym z najistotniejszych zadań realizowanych przez organizatora transportu. Wraz z rozwojem technologii zadanie to zaczęto realizować przy użyciu nowoczesnych systemów nadzoru ruchu. Systemy te, poza spełnianiem swojej dyspozytorskiej funkcji bieżącego zarządzania ruchem, zbierają także kompleksowe dane dotyczące wykonania rozkładu jazdy. Posiadanie całego lub prawie całego zbioru danych zapewnia dużo większą swobodę jego eksplorowania, umożliwia analizowanie danych z różnych perspektyw czy też bliższe przyjrzenie się pewnym ich przekrojom. Wykorzystanie języków programowania pozwala natomiast na doprowadzenie ich do pożądanej postaci oraz zdefiniowanie reguł badających zwinione przez operatorów odstępstwa od realizacji rozkładu jazdy zgodnie z wymaganymi standardami. W opracowaniu zaprezentowano możliwości wykorzystania tego rodzaju danych do kontroli realizacji przewozów na przykładzie inteligentnego systemu zarządzania ruchem TRISTAR wykorzystywanego przez Zarząd Komunikacji Miejskiej w Gdyni.

Słowa kluczowe: transport miejski, usługa przewozowa, kontrola przewozów, system zarządzania ruchem.

Wprowadzenie

Właściwe zarządzanie transportem miejskim wymaga kompleksowej kontroli jego funkcjonowania. Najpełniejsza i najskuteczniejsza kontrola jest możliwa w systemie organizacji i zarządzania polegającym na oddzieleniu działalności organizatorskiej od przewozowej, w której jest ona zadaniem organizatora [1]. W modelu tym jej efektywność warunkują z jednej strony precyzyjne zapisy w umowach przewozowych zawieranych między organizatorem transportu a operatorem, a z drugiej zastosowane metody kontroli.

Organizatorem, który w szerokim zakresie wykorzystuje kontrolę w kształtowaniu jakości usług jest Zarząd Komunikacji Miejskiej w Gdyni, jako jednostka działająca na obszarze 10 gmin i zatrudniająca 7 operatorów (6 autobusowych i 1 trolejbusowego), wykonujących łącznie prawie 20 mln wozokilometrów rocznie [1]. Podstawą formalno-prawną kontraktu pomiędzy organizatorem a operatorami, regulującą podział obowiązków pomiędzy stronami, jest umowa przewozowa. W kontraktach zawieranych przez ZKM w Gdyni, organizator przejmuje wszystkie przychody

ze sprzedaży biletów, odpowiedzialny jest za organizację sieci dystrybucji oraz za wszelkie działania marketingowe mające na celu wzrost liczby pasażerów. Rola operatora sprowadza się do realizacji przewozów określonym rodzajem taboru według otrzymanego od organizatora rozkładu jazdy, przy przestrzeganiu wszystkich wymogów dotyczących jakości usług, które zapisane są w kontrakcie [2]. Kontrola przewozów w zakresie jakości usług realizowana jest głównie przy użyciu tradycyjnych metod – wykonują ją inspektorzy oraz kontrolerzy ruchu ZKM, bezpośrednio nadzorując operatorów. W momencie wdrożenia w Trójmieście inteligentnego systemu zarządzania ruchem TRISTAR zasadnicza zmiana nastąpiła natomiast w kontroli realizacji rozkładu jazdy. W tym zakresie ZKM w Gdyni znacznie ograniczył prowadzenie obserwacji punktualności wykonywanych przez obserwatorów i zaczął w celu kontroli wykorzystywać dane zbierane przez system TRISTAR. Dane te, w powiązaniu z informacją o rozkładzie jazdy oraz informacją o wymaganym na poszczególnych zadaniach wyposażeniu taboru, pozwalają na wykrycie zwinionych odstępstw w zakresie punktualności oraz alokacji taboru. Do zdefiniowania reguł przetwarzających zebrane dane ZKM w Gdyni wykorzystuje języki zapytań do baz danych oraz języki programowania. Zaletą tego rozwiązania jest duża elastyczność. Pozwala ono na swobodne definiowanie reguł dokładnie dostosowanych do zapisów w umowach przewozowych z operatorami.

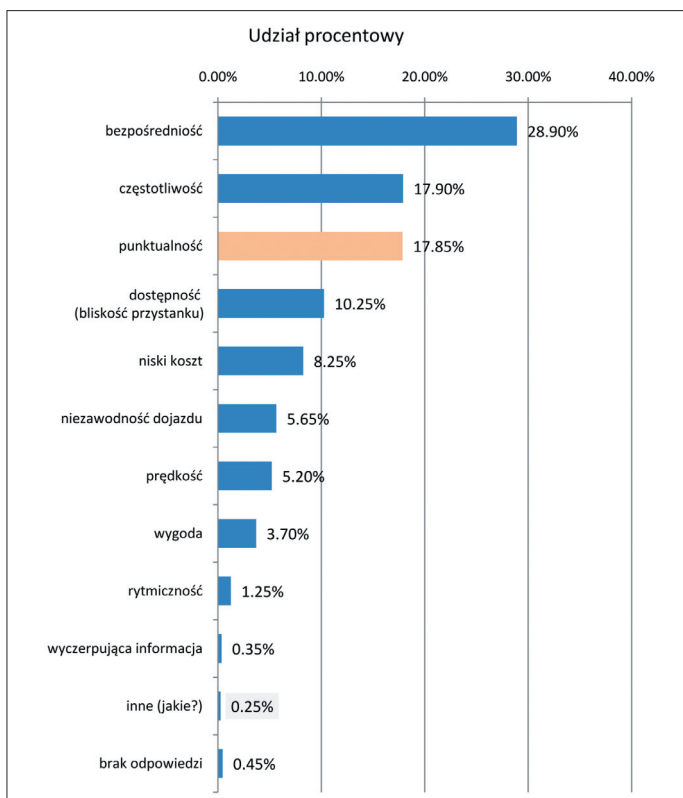
Celem artykułu jest przedstawienie możliwości i zaprezentowanie przykładów wykorzystania metod opartych na przetwarzaniu danych z nowoczesnych systemów zarządzania ruchem do kontroli przewozów na tle metod tradycyjnych w świetle zapisu w umowach przewozowych, że „Za pełną realizację rozkładu jazdy uznaje się realizację w całości i punktualnie wszystkich kursów w nim wskazanych, pojazdami spełniającymi wszystkie wymagania co do ich rodzaju i wyposażenia, określone w umowie i w rozkładzie jazdy, przy zachowaniu wszystkich wskazanych w rozkładzie jazdy skomunikowań w celu umożliwienia przesiadki pasażerów” [3].

Główną hipotezą badawczą jest założenie, że wykorzystanie metod opartych na przetwarzaniu danych z nowoczesnych systemów zarządzania ruchem do kontroli przewozów pozwala na znaczne usprawnienie i ułatwienie pracy służb odpowiedzialnych za egzekwowanie realizacji umów przewozowych oraz w rezultacie prowadzi do wzrostu standardu usług świadczonych przez operatorów zatrudnianych przez organizatora przewozów.

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2019. Wkład autorów w publikację: M. Helbin 50%, O. Wyszomirski 50%.

Kontrola punktualności

Punktualność jest jednym z najistotniejszych postulatów przewozowych wskazywanych przez mieszkańców Gdyni, a stopień jego realizacji wpływa na wystawianą przez nich ocenę jakości usług transportu miejskiego. W badaniach preferencji i zachowań komunikacyjnych mieszkańców Gdyni w 2018 roku punktualność jako najistotniejszą cechę wskazało prawie 19% respondentów, co sklasyfikowało ją na drugim miejscu wśród innych postulatów przewozowych. Hierarchizację postulatów przewozowych mieszkańców Gdyni, ustaloną na podstawie danych z reprezentatywnych badań, prezentuje rysunek 1.



Rys. 1. Hierarchizacja postulatów przewozowych mieszkańców Gdyni w 2018 r.
Źródło: materiały ZKM w Gdyni

Jednym z elementów, które wpływają na poprawę punktualności przewozów, jest kontrola operatorów. Stosując narzędzia kontroli, ZKM w Gdyni wpływa na punktualność realizacji rozkładu jazdy w zakresie ograniczania przyspieszonych odjazdów z przystanków wyszczególnionych w rozkładzie jazdy kierowcy, zawinionych opóźnionych odjazdów z pętli oraz niedostosowania się operatorów do wyszczególnionych w rozkładach jazdy skomunikowań pojazdów na trasie. Wyznacznikiem punktualności przewozów są następujące zapisy w umowach przewozowych zawieranych przez ZKM w Gdyni z operatorami:

- operator zobowiązany jest do zachowania punktualności przy realizacji przewozów, chyba że rozkład jazdy dopuszcza opóźnienie pojazdu w celu zachowania skomunikowania z innym pojazdem;
- zmiany kierowców dokonywane w trakcie realizacji kursu nie mogą powodować opóźnień. Przejmowanie

pojazdu na trasie przez zmiennika nie powinno trwać dłużej niż 1 minutę;

- oceny punktualności dokonuje się na przystankach początkowych, końcowych oraz pośrednich, wyszczególnionych w rozkładzie jazdy dla kierowcy;
- za punktualne uznaje się odjazdy z przystanków początkowych i pośrednich, wyszczególnionych w rozkładzie jazdy dla kierowcy, zrealizowane zgodnie z rozkładem jazdy (w tej samej minucie) oraz przyjazdy na przystanki końcowe przyspieszone lub opóźnione do 1 minuty;
- do oceny punktualności stosuje się czas uśredniony, polegający na zaokrągleniu pomiaru do pełnych minut – od 30 sekund w górę i do 29 sekund w dół [3].

Przed wprowadzeniem systemu TRISTAR kontrola czasów jazdy opartych o powyższe zapisy wykonywana była przez obserwatorów wyposażonych w standaryzowane karty pomiarowe i synchronizowane radiowo zegarki. Była ona przeprowadzana głównie na zewnątrz pojazdów, jako ukryta. Przewoźnicy informowani byli tylko o czasie rozpoczęcia, mając możliwość uczestnictwa. Nie znali natomiast miejsc obserwacji. Liczba punktów pomiaru była ograniczona do przystanków uwzględnionych w tabliczkach rozkładów jazdy, którymi dysponowali kierowcy. Analiza zgodności wyników obserwacji z rozkładem jazdy przeprowadzana była z uwzględnieniem dokumentacji trasowej (eksploatacyjnej) organizatora transportu i przewoźników oraz w przypadku wątpliwości weryfikowana z zapisami monitoringu zainstalowanego w pojazdach transportu miejskiego [1]. Dużą wadą „ręcznej” metody zbierania danych był fakt, iż nawet przy stałym zatrudnieniu na stanowiskach obserwatorów 5 osób pozwalała ona na zbadanie w sieci ZKM w Gdyni jedynie próby około 2% wszystkich odjazdów z przystanków w skali roku [4, 5].

Ograniczenia w zakresie kompleksowości pomiarów czasów jazdy w dużej mierze zniósł rozwój technologii. Dla transportu duże znaczenie miało wynalezienie systemu GPS (Global Positioning System). Wprowadzenie tego systemu (pierwszy z 24 satelitów wystrzelony został w 1978 roku), za pomocą którego można określić pozycję z dokładnością do jednego metra, wyznaczyło moment, w którym pomiar położenia – stanowiący od starożytności marzenie nawigatorów, kartografów i matematyków – stał się dzięki środkom technicznym szybki, (relatywnie) tani i łatwy do wykonania dla osób bez specjalistycznej wiedzy [5, 6]. W oparciu o GPS działa wdrożony w 2015 roku przez miasta Gdańsk, Gdynię i Sopot, system zarządzania ruchem TRISTAR. Jednym z użytkowników systemu jest Zarząd Komunikacji Miejskiej w Gdyni. Podstawowym zadaniem tej inwestycji jest zwiększenie przepustowości układu drogowego i płynności ruchu. System TRISTAR wykorzystuje dane pochodzące z detektorów ruchu zlokalizowanych na wlotach skrzyżowań, dzięki złożonym algorytmom obliczeniowym, zapewnia automatyczne sterowanie sygnalizacjami świetlnymi, maksymalizuje przepustowość, redukuje opóźnienia i zmniejsza liczbę zatrzymań środków transportu. Jednym

z ważniejszych elementów zrealizowanej inwestycji jest moduł zarządzania pojazdami miejskiego transportu zbiorowego. System TRISTAR, dzięki usłudze pozycjonowania, zapewnia wizualizację na cyfrowej mapie wszystkich eksploatowanych środków transportu, z zaznaczeniem pojazdów opóźnionych i przyspieszonych w stosunku do rozkładu jazdy, co czyni go użytecznym narzędziem kontroli punktualności. Zapewnia on także dokładne dane, które znajdują zastosowanie w ramach dynamicznej informacji pasażerskiej prezentowanej na przystankach, w Internecie i urządzeniach mobilnych. Dzięki możliwości rejestracji godzin odjazdów z poszczególnych przystanków organizator jest w stanie skutecznie optymalizować ofertę przewozową i korygować rozkłady jazdy [2]. System pozwala również kontrolować operatorów zwłaszcza w zakresie punktualności realizowania przewozów oraz właściwej alokacji taboru zakontraktowanego na poszczególnych zadaniach.

Wraz z wdrożeniem w 2015 roku systemu TRISTAR, prowadzone przez Zarząd Komunikacji Miejskiej w Gdyni pomiary czasów jazdy pojazdów komunikacji miejskiej za pomocą obserwatorów zostały znacznie ograniczone. Obecnie są one stosowane tylko w sytuacjach, w których konieczne jest uzyskanie dużej szczegółowości związanej ze zdarzeniami nie rejestrowanymi przez system (np. obserwacja przyczyn opóźnień w danym miejscu itp.). W codziennym zastosowaniu zaczęto wykorzystywać zapisane w bazie danych czasy jazdy zarejestrowane przez system TRISTAR. W system ten wyposażone są wszystkie pojazdy obsługujące zadania w sieci ZKM w Gdyni. Urządzenia zamontowane w pojazdach rejestrują czas przyjazdu i odjazdu z każdego przystanku na trasie pojazdu. Wdrożenie systemu spowodowało zatem, iż niewielkie próby badane przez obserwatorów, zastąpiła próba zbliżająca się do N=całość. Braki danych na poziomie nie przekraczającym 5% występują jedynie w przypadku awarii urządzeń czy też zakłóceń sygnału GPS [4, 5].

Wyposażone w system GPS urządzenia zainstalowane we wszystkich pojazdach w sieci ZKM w Gdyni, wysyłają do systemu TRISTAR telegramy zawierające dane identyfikacyjne i położenie pojazdu, numer linii wraz z brygadą (numerem zadania) oraz powiązaną z rozkładem jazdy informację o faktycznych czasach przyjazdu i odjazdu z przystan-

ku. Dane o faktycznych czasach przyjazdu i odjazdu z przystanku rejestrowane są w formie znaczników czasowych (rok, miesiąc, dzień, godzina, minuta, sekunda) przy każdym wjeździe i wyjeździe pojazdu ze zdefiniowanej w metrach strefy przystankowej. Informacja ta na bieżąco przekazywana jest do Centrum Zarządzania Ruchem i służy dyspozytorowi do nadzoru i regulacji ruchu. Wszystkie te dane zapisywane są następnie w relacyjnej bazie danych [4, 5].

Opisana struktura danych umożliwia zdefiniowanie zapytań zwracających pola i rekordy bazy danych, w których system zarejestrował niezgodne z umową zachowania pojazdów. Do analizy wybierane są jedynie te znaczniki czasowe, dla których przystanek został prawidłowo rozpoznany przez urządzenie w pojeździe (istnieje w bazie danych pole określające tę prawidłowość). Każdy zwrócony przez zapytanie rekord reprezentuje jeden przyjazd i odjazd pojazdu z przystanku (wjazd i wyjazd ze strefy przystankowej). Dzięki tym możliwościom obserwacje czasów jazdy w punktach kontrolnych zastąpiono zapytaniami do bazy danych oraz skryptami zestawiającym czasy rozkładowe z faktycznymi dla tych przystanków, definiując odpowiednie reguły wybierania rekordów z bazy i odpowiednio dalej je przekształcając. Kontroli podlegają zwłaszcza:

- przyspieszone powyżej 1 minuty odjazdy z przystanków wyszczególnionych w rozkładzie jazdy dla kierowcy,
- przyspieszone powyżej 2 minut przyjazdy na przystanki końcowe,
- zawnione opóźnione powyżej 1 minuty odjazdy z pętli,
- skomunikowania pojazdów.

Na rysunku 2 zaprezentowano przykładowy wynik zapytania do bazy danych TRISTAR zwracającego wszystkie przyspieszone powyżej jednej minuty odjazdy z przystanków wyszczególnionych w rozkładzie jazdy dla kierowcy dla jednego dnia, natomiast rysunek 3 przedstawia kwerendę z wszystkimi opóźnionymi odjazdami powyżej jednej minuty z pętli, w sytuacji, w której czas przyjazdu na pętlę umożliwił punktualny odjazd. W obu przypadkach odchylenia przedstawiono w sekundach, a w ocenie punktualności stosowany jest opisany wcześniej czas uśredniony.

data	linia	zadanie	pojazd	wariant_trasy	punkt_kontrolny	rozkładowy_odjazd	faktyczny_odjazd	przyspieszenie
2018-12-11	N10	410-02	2037	+ Kacze Buki > Kacze Buki	Babie Doły	04:14:00.0000000	04:13:09.0000000	51
2018-12-11	700	192-04	2041	Witomino Leśniczówka > Kacze Buki	Witomino Centrum	17:40:00.0000000	17:39:12.0000000	48
2018-12-11	121	121-07	2053	p. Kielecką Karwiny Tuwima > Chwarzno Sokółka	Redłowo SKM	17:21:00.0000000	17:20:12.0000000	48
2018-12-11	700	152-03	2210	Mały Kack Sandomińska > Kacze Buki	Redłowo SKM	17:20:00.0000000	17:18:53.0000000	67
2018-12-11	28	028-02	3017	+ 3 Maja - Hala > Pustki Cisowskie	Chylonia Dworzec PKP	12:34:00.0000000	12:33:10.0000000	50
2018-12-11	141	141-06	5086	+ Pogórze Góme > Witomino Sosnowa	Maciejewicza	15:50:00.0000000	15:49:13.0000000	47
2018-12-11	141	141-06	5086	+ Pogórze Góme > Witomino Sosnowa	Benislawskiego	15:55:00.0000000	15:54:13.0000000	47
2018-12-11	146	146-04	6291	Rewa - Bursztynowa > Pogórze - Pogórze Góme	Pogórze - Pogórze Góme	23:53:00.0000000	23:52:08.0000000	52
2018-12-11	J	602-05	6299	+ Wejherowo Szpital > Rumia Partyzantów	Rumia Dworzec PKP	18:36:00.0000000	18:33:31.0000000	149
2018-12-11	187	187-02	7044	rem. Kamienny Potok SKM > Kamienny Potok SKM	Sopot PKP	11:18:00.0000000	11:17:10.0000000	50
2018-12-11	187	187-02	7044	rem. Kamienny Potok SKM > Kamienny Potok SKM	Brodwino	11:28:00.0000000	11:27:14.0000000	46
2018-12-11	187	187-02	7044	rem. Kamienny Potok SKM > Kamienny Potok SKM	Malczewskiego	12:10:00.0000000	12:09:11.0000000	49
2018-12-11	187	187-02	7044	rem. Kamienny Potok SKM > Kamienny Potok SKM	Sopot PKP	12:16:00.0000000	12:15:08.0000000	52

Rys. 2. Przyspieszone odjazdy z przystanku wyszczególnionego w rozkładzie jazdy dla kierowcy – dane z systemu TRISTAR

Źródło: materiały ZKM w Gdyni

data	linia	zadanie	pojazd	punkt_kontrolny	rozkladowy_przyjazd	faktyczny_przyjazd	rozkladowy_odjazd	faktyczny_odjazd	opoznienie
2018-12-11	192	192-01	2045	Witomino Leśniczówka	18:25:00.0000000	18:28:01.0000000	18:46:00.0000000	19:19:26.0000000	2006
2018-12-11	109	109-07	2274	Babie Doly	06:44:00.0000000	06:49:44.0000000	06:55:00.0000000	07:03:58.0000000	538
2018-12-11	22	022-07	3038	Cisowa SKM	16:13:00.0000000	16:21:38.0000000	16:32:00.0000000	16:56:50.0000000	1490
2018-12-11	S	606-04	4046	Pustki Cisowskie	07:54:00.0000000	08:21:47.0000000	12:40:00.0000000	12:45:10.0000000	310
2018-12-11	141	141-03	5001	Witomino Sosnowa	12:04:00.0000000	12:12:33.0000000	12:27:00.0000000	12:29:22.0000000	142
2018-12-11	170	170-14	5005	Pogórze Dolne	09:47:00.0000000	09:47:41.0000000	10:15:00.0000000	10:27:00.0000000	720
2018-12-11	198	198-03	5019	Chylonia Krzywoustego	15:22:00.0000000	15:37:28.0000000	16:06:00.0000000	16:18:14.0000000	734
2018-12-11	141	141-09	5066	Witomino Sosnowa	09:24:00.0000000	09:37:03.0000000	09:47:00.0000000	09:49:21.0000000	141
2018-12-11	F	670-01	5082	Terminal Promowy	07:27:00.0000000	07:27:32.0000000	07:45:00.0000000	07:50:18.0000000	318
2018-12-11	181	181-07	7285	Kacze Buki	07:58:00.0000000	08:21:21.0000000	08:28:00.0000000	08:35:10.0000000	430
2018-12-11	153	153-01	7866	Wielki Kack Fikakowo	08:44:00.0000000	08:47:57.0000000	08:57:00.0000000	08:59:22.0000000	142

Rys. 3. Opóźnione odjazdy z pętli, dla których czas przyjazdu umożliwiał punktualny odjazd – dane z systemu TRISTAR

Źródło: materiały ZKM w Gdyni

Na rysunku 4 przedstawiono z kolei przykładowy wynik działania skryptu badającego niedostosowanie się operatorów do wyszczególnionych w rozkładach jazdy dla kierowców skomunikowań pojazdów. W zaprezentowanym przykładzie linie nocne N10 i N40 skomunikowane były na przystanku Obłuże Centrum, na którym autobusy miały na siebie wzajemnie oczekiwać. Kierowca obsługujący zadanie N40-02 nie zastosował się do zapisu w rozkładzie jazdy i odjechał z przystanku o godz. 23:49:23, podczas gdy pojazd z zadania N10-03 przyjechał na ten przystanek dopiero o godz. 23:50:54.

Dane wygenerowane dla opisanych powyżej przekrojów są następnie sprawdzane z jednej strony pod względem prawidłowości sygnału GPS, a z drugiej w odniesieniu do dokumentacji eksploatacyjnej Centrali Ruchu oraz rozkładów jazdy. Istotne jest to zwłaszcza w przypadku opóźnionych odjazdów z pętli, gdzie dane te należy weryfikować wg kryteriów, które nie są w żaden sposób zapisane w bazie danych. Należą do nich np. posiłkowe przerwy kierowców czy też zapisy w rozkładach jazdy dla kierowców, informujące o szczególnych zachowaniach w danym kursie. W celu dodatkowej weryfikacji i eliminacji błędów dobrą praktyką jest również sprawdzanie otrzymanych wyników z czasowymi znacznikami z systemów monitoringu lub innych systemów zainstalowanych w pojeździe rejestrujących czasy jazdy, np. z systemu e-biletu.

Przed wprowadzeniem systemu TRISTAR każdego dnia badano jedynie niewielką próbę wykonanych przez operatorów kursów. Liczba ujawnionych przyspieszeń w stosunku do rozkładu jazdy w dużej mierze zależała od częstotliwości kontroli i tego, ile zbadano kursów. Liczba zbadanych kursów w latach 2006–2014 wahała się od 40 tysięcy do 70 tysięcy, natomiast liczba kar nałożonych z tytułu przyspieszeń w stosunku do rozkładu jazdy od 187 w 2014 do 629 w 2010 roku. W marcu 2015 roku zaczęto stosować kontrolę punktualności opartą na systemie TRISTAR. W związku z koniecznością przetestowania systemu w tym zakresie kontrola ta wprowadzana była sukcesywnie. Pomimo wprowadzenia jej pod koniec pierwszego kwartału i wykorzystania początkowo jedynie części danych dotyczących przyspieszeń łączna liczba kar w skali roku z tego tytułu była największa w historii ZKM i wyniosła 913. Po zakończeniu okresu testowego do kontroli zaczęto wykorzystywać wszystkie ujawnione przez system rekordy. Kompleksowa kontrola ujawniła realną skalę przyspieszonych kursów w sieci ZKM w Gdyni. Przede wszystkim odnotowano wiele uchybień w miejscach sieci, które rzadko były kontrolowane przez obserwatorów (np. na obrzeżach sieci) oraz w porach, w których z reguły nie prowadzono obserwacji, czyli godzinach wieczornych i nocnych. Kompleksowe badanie przyspieszeń znacznie wzmocniło funkcję prewencyjną i korygującą kontroli. Operatorzy mieli od tego czasu świadomość, iż kontrolowany jest każdy

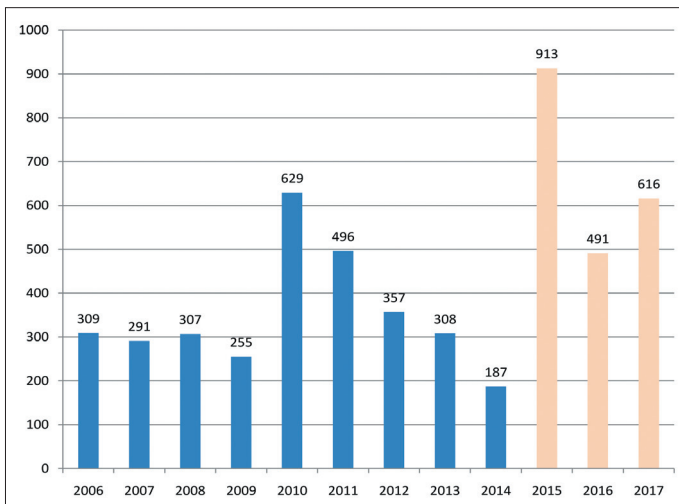
data	dzień	linia	zadanie	pojazd	trasa	przystanek	slupek	rozkladowy_przyjazd	faktyczny_przyjazd	rozkladowy_odjazd	faktyczny_odjazd
2017-11-11	sobota	N10	410-03	2269	Oksywie Godebskiego > Kacze Buki	Obłuże Centrum	39440	23:49:00.0000000	23:50:54.0000000	23:49:00.0000000	23:51:51.0000000
2017-11-11	sobota	N40	440-02	5260	+ Pogórze Dolne > Gdynia Dworzec Gł. PKP	Obłuże Centrum	39440	23:49:00.0000000	23:48:55.0000000	23:49:00.0000000	23:49:23.0000000

Linia N10-03	
	05
Oksywie Godebskiego 02	o. 23:40
Oksywie Dolne 01	o. 23:44
Obłuże Centrum 05	o. 23:49g
Gdynia Dworzec Gł. PKP 05	p. 23:55
Skwer Kościuszki - InfoBox 02	o. 0:05g
Wzgórze Św. Maksymiliana SKM 04	o. 0:09
Redlowo SKM - Park Technologiczny 02	o. 0:14
Plac Górnolęski 02	o. 0:17
Karwiny PKM 02	o. 0:20
Karwiny Tesco 02	o. 0:26
Paprykowa 02	o. 0:30
Kacze Buki 01	o. 0:35
Kacze Buki 01	p. 0:39x
g - odjazd po przyjeździe N40 z Pogorza Dln.	
x - przerwa posiłkowa	

Linia N40-02	
	01
Baza na Pogórze Dolnym 01	o. 23:43
Pogórze Dolne 01	p. 23:44
Pogórze Dolne 01	o. 23:44
Obłuże Centrum 05	o. 23:49g
Morska - Estakada 01	o. 23:53
Stocznia SKM - Morska 01	o. 23:57
Gdynia Dworzec Gł. PKP 04	p. 0:01\$
g - odjazd po przyjeździe N10 z Oksywia	

Rys. 4. Analiza skomunikowań – dane z systemu TRISTAR

Źródło: materiały ZKM w Gdyni.



Rys. 5. Liczba kar z tytułu przyspieszeń nałożonych na operatorów w latach 2006–2017
Źródło: materiały ZKM w Gdyni

kurs. Spowodowało to w kolejnych latach, w których dokonywano już kompleksowych kontroli, spadek liczby kar do 491 w 2016 i 616 w 2017 roku. Opisane dane dotyczące liczby kar z tytułu przyspieszeń w przekroju lat przedstawiono na rysunku 5.

Kontrola alokacji taboru

ZKM w Gdyni kontraktuje do realizacji zadań przewozowych tabor o zróżnicowanych parametrach. Przede wszystkim stosowany jest podział pojazdów na przegubowe o długości 18 m, standardowe o długości 12 m i midibusy o długości 7,5 i 9 m. Pojazdy muszą spełniać określone wymagania dotyczące wieku i wyposażenia. Niektóre kontrakty dopuszczają do eksploatacji wyłącznie pojazdy fabrycznie nowe, inne używane z zasady w wieku do 5 lub 12 lat w momencie rozpoczynania umowy. Wymaganiem lub opcjonalnym standardem jest klimatyzacja. Coraz bardziej rozbudowana jest lista niezbędnego wyposażenia w zakresie urządzeń zapewniających pasażerom wysoki standard informacji elektronicznej.

Operator wprowadzający autobus lub trolejbus do sieci ZKM w Gdyni musi przekazać tej jednostce jego kartę z wszystkimi parametrami techniczno-eksploatacyjnymi wyszczególnionymi w jej formularzu. Parametrami tymi są w szczególności:

- typ pojazdu,
- rok produkcji,
- moc silnika,
- liczba miejsc ogółem,
- liczba i rodzaj miejsc siedzących,
- wymiary poszczególnych elementów pojazdu,
- urządzenia systemu wizualnej i głosowej informacji pasażerskiej,
- urządzenia służące osobom o ograniczonej zdolności ruchowej,
- klimatyzacja,
- okna i wentylatory dachowe,
- urządzenia otwierania drzwi przez pasażerów,
- urządzenia sygnalizacyjne dla pasażerów (np. przyciski „STOP”).

Wzór karty pojazdu przedstawiono na rysunku 6.

KARTA POJAZDU w sieci ZKM Gdynia		Operator		Nr inwentarowy pojazdu	
Marka		Rok produkcji		Nr rejestracyjny	
Typ pojazdu		Moc silnika [autobusy KM, trolejbusy KW]		Nr VN	
Sposób chłodzenia silnika [cieczą, powietrzem]		Norma emisji spalin		Napęd - autobusy [DI, CIVG, LPG, Hybrydowy, Inny - jaki?] Napęd pomocniczy - trolejbusy [tak / nie]	
Rodzaj skrzyni biegów [automat. / manualna]		Długość pojazdu [w mm]		Liczba miejsc ogółem	Liczba miejsc siedzących
Typ siedzeń [miejskie, regionalne, turystyczne]		Liczba siedzeń typu 1%		Siedzenia przodem do kierunku jazdy na 1 nadkoku [tak / nie]	
Miękka wkładka w siedzeniu [tak / nie]		Liczba straponów		Liczba siedzeń dostępnych z niskiej podłogi [pomędzyl i a II osią] w całym pojeździe	
Liczba stopni poprzecznych wewnątrz pojazdu		Długość miejsca na wózek [w mm]		Liczba okien otwieranych w przedziale pasażerskim w I członie pojazdu (dot. PN) w całym pojeździe	
Liczba kasowników/biletu papierowego		Liczba i układ drzwi [np.: 2-2-2-1]		Szerokość poszczególnych drzwi w świetle [mm]	
Klimatyzacja przestrzeni pasażerskiej [tak / nie]		Liczba wentylatorów (klat) dachowych		Poziom podłogi w poszczególnych drzwiach [mm]	
Platforma / podstępa dla wózków [tak / nie]	System lineingu [tak / nie]	System monitoringu wewnętrznego [tak / nie]	Przycisk "PRZYKLEĆ" [tak / nie] wewnątrz	Przycisk "TRAMPA" [tak / nie] wewnątrz	Przycisk "TRAMPA" [tak / nie] na zewnątrz
Liczba przycisków "STOP"	Liczba podwójnych gniazd USB	Kolor wyświetlanej zewnętrznej inf. pasażerskiej [czerny / pomarańczowy itp.]	Rodzaj wyświetlaczy zewnętrznych [maksakowy / LED / LCD]	Tylny zewnętrzny wyświetlacz kierunkowy [tak / nie]	
Łączność radiofoniczna z CR ZKM [TAK / NIE]		Barwy pojazdu		Rodzaj systemu wewnętrznego informacji pasażerskiej I człon pojazdu (LED / LCD) II człon pojazdu PN (tak / LED / LCD)	
System pobierania opłat przy pomocy karty elektronicznej [tak / nie]		Kolor poręczy i uchwyłów		Wewn. wyświetlacz boczny [tak / LED / LCD]	Zapowiedź głosowa przystanków [tak / nie]
System otwierania drzwi przez pasażerów		Data wprowadzenia pojazdu do sieci ZKM w Gdyni		Podpis i pieczęć	
Sporządził		Data			

Rys. 6. Wzór karty pojazdu w sieci ZKM w Gdyni, 2018 r.
Źródło: materiały ZKM w Gdyni

Karty pojazdów tworzą ich bazę, z którą sprzężony jest system TRISTAR. W ramach funkcjonowania tego systemu porównywane są rzeczywiste parametry pojazdów eksploatowanych na poszczególnych zadaniach z parametrami wymaganymi (rys. 7). Podstawą porównań są parametry zapisane w bazie danych pojazdów i bazie danych umów przewozowych. Odnotowywany jest każdy przypadek, nie tylko wprowadzenia na dane zadanie pojazdu nie spełniającego nawet pojedynczego wymagania, ale także zastąpienia go w określonym kursie nieodpowiednim taborem (rys. 8). Dzięki systemowi TRISTAR nadzór nad wykonywaniem umowy przez operatora ma więc kompleksowy charakter. Poprzednio podstawą kontroli alokacji taboru była dokumentacja wypełniana przez kontrolerów ruchu pracujących w dyspozytorniach trasowych, a w przypadku linii o trasach nie prowadzących przy żadnej dyspozytorni – obowiązkowe zgłoszenia alokacji taboru przez operatorów oraz wrywkowe kontrole przeprowadzane przez inspektorów i obserwatorów ruchu. Zdarzały się przypadki, w których operatorzy, licząc, że w określonym kursie nie będzie kontroli, nie zgłaszali zmiany pojazdu na niezgodny ze standardem, ryzykując poniesienie kary za niezgłoszenie nieodpowiedniej alokacji.

Na podstawie danych z systemu TRISTAR generowane są informacje do operatorów o stwierdzonych nieprawidłowościach w realizacji umów przewozowych i nakładane są stosowne kary umowne (rys. 9).

Porównanie parametrów pojazdów z wymaganiami wynikającymi z umów

Linia	Br.	typ dnia	Operator	Sprawdz	Rocznik pojazdu	Niska moc silnika	Norma emisji spalin	Długość pojazdu	Liczba miejsc siedzących	Liczba miejsc ogółem	Liczba drzwi	System kneelingu	Platforma dla inwalidów	System otwierania drzwi przez pasażerów	Klimatyzacja	System zewn. informacji pasażerskiej	System wewn. informacji pasażerskiej	Kolorystyka pojazdu	Liczba przycisków "STOP"	Liczba otwieranych okien		Liczba podwójnych gniazd USB
																				1 człon	cały pojazd	
146	5	szkolny	6	6224	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Rys. 7. System porównujący parametry techniczno-użytkowe pojazdu wykonującego zadanie z wymaganiami zapisanymi dla danego zadania w umowie – przykład w sieci ZKM w Gdyni w 2018 r.
Źródło: materiały ZKM w Gdyni

data	zadanie	pojazd	punkt_kontrolny	rozkładowy_odjazd	faktyczny_odjazd
2018-09-03	146-05	6224	Rewa - Bursztynowa	07:08:00.00000	07:09:32.00000
2018-09-03	146-05	6224	Rewa - Słoneczna	07:09:00.00000	07:10:43.00000
2018-09-03	146-05	6224	Rewa - Bosmańska	07:10:00.00000	07:11:56.00000
2018-09-03	146-05	6224	Rewa - Wrocławska	07:12:00.00000	07:13:50.00000
2018-09-03	146-05	6224	Mosty - Olchowa	07:13:00.00000	07:14:53.00000
2018-09-03	146-05	6224	Mosty - Ogrodowa	07:15:00.00000	07:16:01.00000
2018-09-03	146-05	6224	Mosty - Wiązowa	07:16:00.00000	07:16:48.00000
2018-09-03	146-05	6224	Pierwoszyń - Kościół	07:18:00.00000	07:18:15.00000
2018-09-03	146-05	6224	Pierwoszyń - Staw	07:19:00.00000	07:19:26.00000
2018-09-03	146-05	6224	Kosakowo - Kościół	07:20:00.00000	07:20:21.00000
2018-09-03	146-05	6224	Kosakowo - Urząd Gminy	07:21:00.00000	07:21:21.00000
2018-09-03	146-05	6224	Kosakowo - Gimnazjum	07:22:00.00000	07:22:49.00000
2018-09-03	146-05	6224	Pogórze - Herberta	07:23:00.00000	07:23:53.00000
2018-09-03	146-05	6224	Pogórze - Dobke	07:24:00.00000	07:24:37.00000
2018-09-03	146-05	6224	Pogórze - Pułaskiego	07:25:00.00000	07:25:05.00000
2018-09-03	146-05	6224	Pogórze - Pogórze Góme	07:27:00.00000	07:26:19.00000
2018-09-03	146-05	6224	Czemickiego	07:28:00.00000	07:27:32.00000
2018-09-03	146-05	6224	Pogórze Dolne	07:30:00.00000	07:30:16.00000
2018-09-03	146-05	6224	Zelazna	07:31:00.00000	07:31:10.00000
2018-09-03	146-05	6224	Zeliwna	07:32:00.00000	07:32:20.00000
2018-09-03	146-05	6224	Podgórska	07:34:00.00000	07:33:58.00000
2018-09-03	146-05	6224	Kuśnierska	07:35:00.00000	07:35:12.00000
2018-09-03	146-05	6224	Obluże Centrum	07:36:00.00000	07:36:27.00000
2018-09-03	146-05	6224	Energetyków	07:39:00.00000	07:39:54.00000
2018-09-03	146-05	6224	Janka Wiśniewskiego	07:41:00.00000	07:41:53.00000
2018-09-03	146-05	6224	Węzeł Ofiar Grudnia '70	07:43:00.00000	07:43:08.00000
2018-09-03	146-05	6224	Gdynia Dworzec Gl. PKP	07:47:00.00000	07:46:12.00000
2018-09-03	146-05	6224	Plac Kaszubski	07:49:00.00000	07:48:13.00000

Rys. 8. Kurs pojazdu wykonanego przez pojazd niespełniający wymaganych na danym zadaniu przewozowym zakontraktowanych parametrów techniczno-użytkowych – przykład w sieci ZKM w Gdyni w 2018 r.

Źródło: materiały ZKM w Gdyni

	niespełnione parametry:
data: 2018-09-03	rocznik pojazdu – 2016
pojazd: 6224	niska moc silnika - 320 KM
zadanie: 146/5	liczba drzwi – 4
od: 7.08	klimatyzacja
do: 7.49	pochylnia (lub podnośnik) dla wózków
	liczba okien otwieranych (uchyłnych) – 8 (5 + 3)
	liczba gniazd USB z podwójnym portem typu A – 3

Rys. 9. Informacja wysyłana do operatora o pojazdach, które nie realizowały zadania, a nie spełniały zakontraktowanych w umowach parametrów techniczno-użytkowych – przykład w sieci ZKM w Gdyni w 2018 r.

Podsumowanie

Nowoczesne technologie do kontroli przewozów umożliwiają motywowanie operatorów do lepszego wywiązywania się z realizacją zakontraktowanych zadań zgodnie z obowiązującymi standardami. Dzięki temu następuje odczuwany przez pasażerów wzrost jakości obsługi transportowej, zarówno w zakresie regularności oraz punktualności kursowania, jak i pod względem parametrów techniczno-eksploatacyjnych pojazdów. Można to stwierdzić na przykładzie Zarządu Komunikacji Miejskiej w Gdyni, który wykorzystuje elektroniczny system regulacji i nadzoru ruchu o na-

zwie TRISTAR. System ten w znacznym stopniu usprawnia i ułatwia pracę służb odpowiedzialnych za egzekwowanie realizacji umów przewozowych. Jego istotną zaletą jest kompleksowość kontroli obejmującej całą sieć linii autobusowych i trolejbusowych na całym obszarze funkcjonowania ZKM w Gdyni.

Duże znaczenie ma w tym procesie wykorzystanie zebranych przez system danych dotyczących realizacji rozkładu jazdy. Własna eksploracja tych danych przez organizatora transportu za pomocą języków zapytań oraz języków programowania, umożliwia swobodne definiowanie reguł dostosowujących kontrolę wykonania usług przewozowych do zapisów w umowach z operatorami. Pozwala to na bieżące dostosowywanie tych reguł do zmian w rozkładach jazdy oraz w wymaganiach określanych w nowo zawieranych kontraktach z operatorami.

W eksploatacji systemu TRISTAR występują jednak pewne problemy techniczne. Wynikają one głównie z awarii urządzeń zainstalowanych w pojeździe oraz zakłóceń sygnału GPS. W rezultacie organizator przewozów musi się liczyć z pewnymi niedokładnościami lub brakami danych, co utrudnia, a czasem nawet uniemożliwia wykorzystywanie automatyzowanych wyników kontroli bez ich weryfikacji przez pracowników nadzorujących funkcjonowanie systemu.

Literatura

1. Helbin M., Wyszomirski O., *Kontrola funkcjonowania transportu miejskiego jako element kształtowania jakości usług na przykładzie Zarządu Komunikacji Miejskiej w Gdyni*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2007, nr 12.
2. Bujak K., *Znaczenie i uwarunkowania kontroli jakości usług przewozowych prowadzonej przez Zarząd Komunikacji Miejskiej w Gdyni*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2014, nr 3.
3. Materiały Zarządu Komunikacji Miejskiej w Gdyni.
4. Helbin M., *Wykorzystanie bazy danych czasów jazdy do optymalizacji rozkładów jazdy transportu miejskiego w Sopocie*, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Studia Podyplomowe „Inżynieria danych – Big Data”, Warszawa 2016, praca dyplomowa niepublikowana.
5. Helbin M., Wyszomirski O., *Możliwości wykorzystania Big Data w badaniach popytu i podaży w transporcie miejskim*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2019, nr 2.
6. Mayer-Schönberger V., Cukier K., *BIG DATA Rewolucja, która zmieni nasze myślenie, pracę i życie*, MT Biznes sp. z o.o., Warszawa 2014.